

ICS 93.080.20
CCS P 66

DB51

四川 地方 标准 准

DB51/T 3286—2025

公路泡沫轻质土应用技术规范

2025-09-15 发布

2025-10-15 实施

四川省市场监督管理局 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 符号	2
5 原材料和性能	3
6 配合比	4
7 设计	6
8 施工	24
9 质量控制与验收	26
附录 A (规范性) 发泡剂性能试验.....	31
附录 B (规范性) 相容性试验.....	33
附录 C (资料性) 初始配合比参考表.....	34
附录 D (规范性) 配合比试验报告.....	36
附录 E (规范性) 泡沫轻质土浇筑施工记录表.....	37
附录 F (资料性) 质量检验记录表.....	38
附录 G (规范性) 质量评定验收记录表.....	42

前　　言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由四川省交通运输厅提出、归口、解释并组织实施。

本文件起草单位：四川省交通勘察设计研究院有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、交通运输部科学研究院、中建三局集团有限公司、四川新科启路生态科技有限公司、上海徽勋建设发展有限公司、西南科技大学、河海大学、重庆交通大学、四川正基岩土工程有限公司、金堂波森特新材料有限公司、重庆泰恒建筑科技有限公司。

本文件主要起草人：刘维栋、陈俊安、程寅、向波、张斌、张玲玲、刘明刚、唐文广、张明、刘鑫、王瑞燕、高勇、刘华强、于浩、程建、王术桁、彭勇、朱明、陆涛、李杰、周泽洪、马洪生、任志平、杨伟、聂丽娜、韩宗良、胡锴、吴思思、沈中超、罗星宇、吴方杰、戚邓波、晋博、廖孝江、陈少林、黄骏、沈立、贾永、朱伟、李同清、黄浩、刘铁柱、曾赛堂、李朝阳、田国星、夏磊、徐搏、卢华诚。

公路泡沫轻质土应用技术规范

1 范围

本文件提供了公路泡沫轻质土的设计、施工、质量控制与验收方面的指导，并规定了原材料和配合比的要求。

本文件适用于四川省行政区划内各等级公路新建、改扩建和养护工程泡沫轻质土设计与施工。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

- GB 175 通用硅酸盐水泥
- GB 1499 钢筋混凝土用钢
- GB/T 1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
- GB 8076 混凝土外加剂
- GB/T 10294 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法
- GB/T 11969 蒸压加气混凝土性能试验方法
- GB/T 18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
- GB/T 20472 硫铝酸盐水泥
- GB/T 26751 用于水泥和混凝土中的粒化电炉磷渣粉
- GB/T 35164 用于水泥、砂浆和混凝土中的石灰石粉
- GB/T 50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
- GB 50119 混凝土外加剂应用技术规范
- CJJ/T 177 气泡混合轻质土填筑工程技术规程
- JTG B02 公路工程抗震规范
- JTG C20 公路工程地质勘察规范
- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准
- JGJ 63 混凝土用水标准
- JTG 3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

泡沫轻质土 foamed lightweight soil

将发泡剂制备成泡沫，再将泡沫按特定比例混入到由水泥浆料及外加剂或掺和料组成的混合料浆中，经混合搅拌均匀、浇筑成型、养护固化而形成的一种含有大量均匀封闭微气孔的轻质固态材料。

3. 2

发泡剂 foaming agent

能产生泡沫群的表面活性材料。

3. 3

发泡液 foaming liquid

发泡剂经水稀释后形成的溶液。

3. 4

掺和料 extender

能改善泡沫轻质土性能的物质。

3. 5

泡沫 foam

发泡液产生的气泡群。

3. 6

稀释倍率 dilution multiple

发泡液与发泡剂的质量比。

3. 7

泡沫密度 foam density

泡沫的单位体积质量。

3. 8

标准泡沫柱 standard foam-column

高度直径比为1:1、体积为1L的泡沫。

3. 9

标准泡沫沉降距 distance of standard foam subsidence

标准泡沫柱静置1h前后的高度差。

3. 10

标准泡沫泌水率 standard foam water secretion rate

标准泡沫柱静置1h后的泌水率。

3. 11

水胶比 water to binder ratio

泡沫轻质土中拌和水与所有固体材料的质量之比。

3. 12

附属结构 auxiliary structure

为了增强、保护或辅助泡沫轻质土主体结构而设计并构建的一系列附加构造或设施。

4 符号

下列符号适用于本文件。

 γ : 湿重度 (kN/m^3) γ_s : 饱和重度 (kN/m^3) ϵ : 泡沫泌水率 (%) λ : 流动度 (mm) ρ_f : 泡沫密度 (kg/m^3)

q_u : 泡沫轻质土的抗压强度 (MPa)

q_k : 抗压强度标准值 (MPa)

q_s : 饱和抗压强度 (MPa)

p : 气泡率 (%)

5 原材料和性能

5.1 原材料

5.1.1 水泥应符合下列规定。

- a) 宜采用强度等级为 42.5 级的通用硅酸盐水泥，其技术要求应符合 GB 175 的规定。当泡沫轻质土有快硬要求时，水泥宜采用符合 GB/T 20472 规定的快硬水泥。
- b) 有侵蚀性介质作用时，应根据防腐要求选用。

5.1.2 发泡剂应符合下列规定。

- a) 宜采用合成类高分子表面活性剂。
- b) 常温条件下应无异物析出或沉淀，无异味或刺激性气味，对环境无不良影响。
- c) 发泡产生的泡沫大小均匀且细密，泡沫密度宜为 $35 \text{ kg/m}^3 \sim 52 \text{ kg/m}^3$ 。
- d) 标准泡沫沉降距不应大于 5 mm，标准泡沫泌水率不应大于 40 %。
- e) 性能试验应按照附录 A 的规定进行。

5.1.3 泡沫轻质土用水应符合 JGJ 63 的规定。

5.1.4 外加剂应符合 GB 8076 与 GB 50119 的规定。

5.1.5 掺和料应符合下列规定。

- a) 粉煤灰应符合 GB/T 1596 的规定。
- b) 石灰石粉应符合 GB/T 35164 的规定。
- c) 磷渣粉应符合 GB/T 26751 的规定。
- d) 矿渣粉应符合 GB/T 18046 的规定。

5.2 性能

5.2.1 泡沫轻质土的重度等级按照湿重度划分，并应符合表 1 的规定。

表1 泡沫轻质土重度等级

重度等级	湿重度 γ (kN/m^3)	
	标准值	允许偏差范围
W3	3.0	$2.5 < \gamma \leq 3.5$
W4	4.0	$3.5 < \gamma \leq 4.5$
W5	5.0	$4.5 < \gamma \leq 5.5$
W6	6.0	$5.5 < \gamma \leq 6.5$
W7	7.0	$6.5 < \gamma \leq 7.5$
W8	8.0	$7.5 < \gamma \leq 8.5$
W9	9.0	$8.5 < \gamma \leq 9.5$
W10	10.0	$9.5 < \gamma \leq 10.5$
W11	11.0	$10.5 < \gamma \leq 11.5$

5.2.2 泡沫轻质土的抗压强度等级及要求应符合表 2 的规定。用于水位以下的泡沫轻质土，其饱和抗压强度不应小于相应抗压强度标准值的 0.9 倍。

表2 泡沫轻质土抗压强度等级

强度等级	抗压强度标准值 q_k (MPa)	抗压强度 q_u (MPa)	
		每组平均值	每组最小值
CF0.3	0.30	0.30	0.26
CF0.4	0.40	0.40	0.34
CF0.5	0.50	0.50	0.43
CF0.6	0.60	0.60	0.51
CF0.7	0.70	0.70	0.60
CF0.8	0.80	0.80	0.68
CF0.9	0.90	0.90	0.77
CF1.0	1.00	1.00	0.85
CF1.2	1.20	1.20	1.02
CF1.5	1.50	1.50	1.28
CF2.5	2.50	2.50	2.13

5.2.3 用于保温隔热的泡沫轻质土的导热系数应符合表3的规定。

表3 泡沫轻质土导热系数

重度等级	W3	W4	W5	W6	W7	W8	W9	W10	W11
导热系数 W/(m·K)	≤0.10	≤0.12	≤0.15	≤0.18	≤0.22	≤0.26	≤0.30	≤0.34	≤0.36

5.2.4 用于冻融环境下的泡沫轻质土，符合下列规定。

- a) 抗压强度损失率不应大于 10%，质量损失率不应大于 5%。
- b) 抗冻性试验应按 GB/T 11969 的方法进行。

5.2.5 用于干湿循环环境下的泡沫轻质土，符合下列规定。

- a) 抗压强度损失率不应大于 20%。
- b) 干湿循环试验应按 GB/T 11969 的方法进行。

5.2.6 泡沫轻质土可掺入聚丙烯纤维以增强其物理力学性能，纤维长度宜为 6 mm，掺入量宜为 0.6%。

5.2.7 发泡剂与水泥应具有良好的相容性。并符合下列规定。

- a) 泡沫轻质土静置 1 h 的湿重度与初始湿重度差不应大于 0.5 kN/m³。
- b) 泡沫轻质土静置 1 h 的沉降距不应大于 10 mm。
- c) 相容性试验按附录 B 进行。

6 配合比

6.1 一般规定

6.1.1 泡沫轻质土配合比设计应包括配合比计算、试配及调整。

6.1.2 泡沫轻质土配合比设计应采用工程实际使用的原材料。

6.2 配合比计算

6.2.1 各种材料的用量应按式(1)、式(2)计算：

$$\frac{m_c}{\rho_c} + \frac{m_w}{\rho_w} + \frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m} = 1 \quad \dots \dots \dots \quad (1)$$

$$m_c + m_w + m_f + m_m = 1000\gamma/g \quad \dots \dots \dots \quad (2)$$

式中：

m_c ——每立方米泡沫轻质土的水泥用量 (kg) ;
 ρ_c ——水泥密度 (kg/m³) , 取表观密度;
 m_w ——每立方米泡沫轻质土的用水量 (kg) ;
 ρ_w ——水的密度 (kg/m³) , 取1000 kg/m³;
 m_f ——每立方米泡沫轻质土的泡沫用量 (kg) ;
 ρ_f ——泡沫密度 (kg/m³) ;
 m_m ——每立方米泡沫轻质土的掺和料用量 (kg) ;
 ρ_m ——掺和料密度 (kg/m³) ;
 γ ——湿重度 (kN/m³) , 按本文件的表5.2.1取值;
 g ——重力常数 (N/kg) , 取10N/kg。

6.2.2 泡沫轻质土添加掺和料总量应进行配合比试验且不宜大于泡沫轻质土固体质量的30%。

6.2.3 泡沫轻质土的水胶比取值符合下列规定。

- a) 未掺入掺和料时，水胶比宜按 $0.55\sim0.65$ 选取。
 - b) 掺入掺和料时，水胶比应通过试验确定。

6.2.4 每立方米泡沫轻质土的用水量应按式(3)计算:

式中：

α ——每立方米泡沫轻质土的水胶比。

6.2.5 每立方米泡沫轻质土的泡沫体积量应按式(4)计算:

式中：

V_f ——每立方米泡沫轻质土的泡沫体积量 (L)。

6.3 配合比试配及调整

6.3.1 泡沫轻质土配合比试验应进行湿重度、流动度、抗压强度试验，并符合下列规定。

- a) 湿重度应符合表 1 的规定。
 - b) 流动度宜为 170 mm~190 mm。当泵送距离较短或施工温度较低时,流动度可取 170 mm~180 mm。
 - c) 当设计强度不大于 1.0 MPa 时, 试配强度应为设计强度的 1.1 倍; 当设计强度大于 1.0 MPa 时, 试配强度应为设计强度加 0.05 MPa。

6.3.2 对抗腐蚀性、抗冻性有要求时还应进行相应试验。

6.3.3 配合比应通过试配确定，并符合下列规定。

- a) 水泥、水、发泡剂、掺和料和外加剂等材料用量，可通过计算或附录 C 获取，确定初始配合比。掺和料采用工业废渣或火山灰类材料时，应充分进行试验论证。
 - b) 在初始配合比的基础上，通过试配调整各种材料用量，直至湿重度和流动度性能满足设计要求，确定试拌配合比。
 - c) 湿重度、流动度试验应按 CJJ/T 177 的规定进行。
 - d) 在试拌配合比的基础上，调整泡沫或水泥用量，拌制不少于 3 组配合比的混合料，进行湿重度、流动度及抗压强度试验，直至满足设计要求，确定设计配合比。
 - e) 抗压强度试验应按 JTGF34-01 的规定进行。
 - f) 填写配合比试验报告，并符合附录 D 的要求。

7 设计

7.1 一般规定

7.1.1 泡沫轻质土可用于软土地区路基、陡坡路堤、路基拼宽、构造物衔接、冻土地区路基等场景，但不宜用于紧急避险车道。

7.1.2 设计前，应全面收集工程区域的地质、水文、地形、地貌、气象、地震等资料，了解涵洞、地下管线等构筑物情况，充分考虑当地环境条件，选择合理的设计方案。

7.1.3 工程结构与断面形式应通过技术经济综合论证确定，其应用场景、主要设计内容与指标见表 4，并应做好地表水和地下水的处治。

表4 主要设计内容与指标

应用场景	项目	内容	指标
减小路基重度或土压力	性能设计	确定物理力学指标	湿重度、抗压强度，必要时还应考虑弹性模量、抗腐蚀性、抗冻性
	结构设计	断面设计和衔接设计	整体稳定性验算，抗滑动及沉降验算，必要时还应进行结构上覆荷载验算，抗浮验算
	附属结构设计	面板、连接锚固、补强	—
空洞、狭小空间填充或管线回填	性能设计	确定物理力学指标	流动度、湿重度、抗压强度
	结构设计	断面设计	以填充饱满为原则
保温隔热	性能设计	确定物理力学指标	湿重度、抗压强度、抗冻性，必要时还应考虑导热系数
	结构设计	断面设计和衔接设计	—

7.1.4 泡沫轻质土路基的重度和抗压强度等级应符合表 5 的规定。

表5 泡沫轻质土路基重度和抗压强度要求

路基部位	高速公路、一级公路		二级及二级以下公路		
	最小重度等级	最小抗压强度等级	最小重度等级	最小抗压强度等级	
路床	轻、中等及重交通	W5	CF0.8	W5	CF0.6
	特重、极重交通	W6	CF1.0	W5	CF0.8
上路堤、下路堤	W5	CF0.6	W4	CF0.5	
地基土置换	W4	CF0.4	W4	CF0.4	

注：对于长大纵坡路段，其路床泡沫轻质土抗压强度宜提高1个等级。

7.1.5 常水位以下的泡沫轻质土性能应符合表 6 的规定。

表6 常水位以下泡沫轻质土路基的最小性能要求

水位以下深度（m）	最小重度等级	最小强度等级
≤3.0	W6	CF0.8
>3.0	W8	CF1.0

注：此表不适用于软土地基处治。

7.1.6 泡沫轻质土路基容许工后沉降不宜大于 0.1 m。

7.1.7 泡沫轻质土浇筑体不应裸露使用。

7.1.8 泡沫轻质土断面设计应符合下列规定。

a) 一般断面设计宜按图 1 确定，各部尺寸宜按表 7 确定。

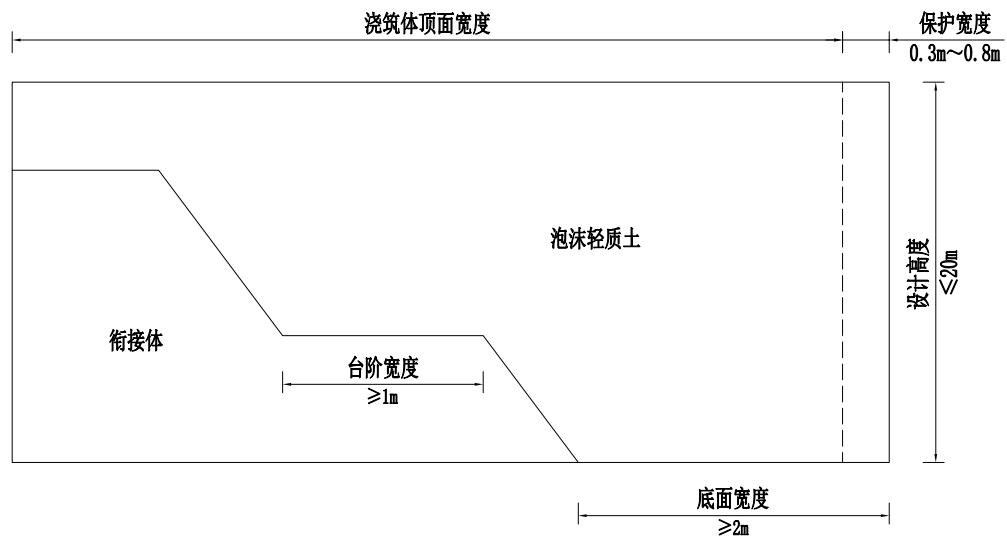


图1 泡沫轻质土标准断面图

表7 断面尺寸

设计内容	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路	备注
设计高度	1.0m~20.0m	1.0m~20.0m	空洞充填、管线回填工程除外
底面宽度	≥2.0m	≥2.0m	
台阶宽度	纵向≥2.0m 横向≥1.0m	纵向≥2.0m 横向≥1.0m	设计高度超过2m设置
保护宽度	0.5m~0.8m	0.3m~0.5m	设计高度超过5m或背面为陡坡时设置

- b) 用于非保温隔热功能时，设计高度不宜小于1m。
- c) 直立设计高度超过10m时，宜分级设置。
- d) 直立设计总高度大于20m时，应进行专项设计。
- e) 设计高度大于2m时，在纵横向上与常规土交界面处宜设置台阶过渡。
- f) 设计高度大于5m或背面为陡坡时，浇筑体可设置保护宽度，其顶部应进行封闭。
- g) 除空洞充填、管线回填、冻土保温隔热工程外，设计分层浇筑厚度宜为0.3m~0.8m，不得超过1.0m。

7.1.9 当外部环境按照 JTG C20 的规定，对混凝土评价为中等、强腐蚀时，应进行泡沫轻质土耐久性专项设计。

7.1.10 泡沫轻质土位于路床顶部时其上部应设置调坡层，并宜采用路面基层或垫层材料，厚度宜为0.15m~0.3m；有临时通车需要时可在其上部设置混凝土层，厚度宜为0.2m~0.3m。

7.2 计算

7.2.1 泡沫轻质土路堤验算时，其相关设计指标取值应符合表8的规定。其他要求应符合相关规范的规定。

表8 泡沫轻质土设计指标取值

验算内容	验算用指标	验算指标取值	
		地下水条件	指标取值
沉降验算时 自重应力计算	轻质土重度 γ (kN/m ³)	地下水位以上	施工湿重度 γ
		地下水位以下	(1.1~1.3) γ
结构上覆荷载验算时 自重应力计算	轻质土重度 γ (kN/m ³)	地下水位以上	施工湿重度 γ
		地下水位以下	(1.1~1.3) γ
抗浮验算时 自重应力计算	轻质土重度 γ (kN/m ³)	地下水位以上或以下	施工湿重度 γ
包括地基土在内的 整体稳定性验算	地基土黏聚力 c、 内摩擦角 φ	地下水位以上	试验确定
		地下水位以下	试验确定
沿衔接面抗滑动 稳定性验算	与碎石土、砂类土或基 岩接触面摩擦系数	地下水位以上	0.6
		地下水位以下	0.5
	与黏性土、强风化层接 触面摩擦系数	地下水位以上	0.5
		地下水位以下	0.4

7.2.2 荷载分类可按表9确定。

表9 荷载分类

荷载类型		荷载名称
永久荷载		浇筑体的自重
		浇筑体上方的有效永久荷载
		计算水位的浮力及静水压力
可变荷载	基本可变荷载	车辆荷载
		人群荷载
	其他可变荷载	水位退落时的动水压力
		流水压力
		波浪压力
		冻胀压力和冰压力
	施工荷载	与施工有关的临时荷载
偶然荷载		地震作用力、作用于浇筑体顶部护栏的车辆碰撞力

7.2.3 荷载组合应符合下列规定。

- a) 一般地区可只计算永久荷载、基本可变荷载、车辆碰撞力偶然荷载。
- b) 浸水地区、冻胀地区、地震动峰值加速度值为 0.2 g 及以上的地区，还应计算其他可变荷载和偶然荷载。
- c) 荷载组合可按表 10 确定。

表10 荷载组合

组合	荷载
I	浇筑体的自重、浇筑体上方的有效永久荷载及其他永久荷载组合
II	组合 I 与基本可变荷载相组合
III	组合 II 与其他可变荷载、偶然荷载相组合

注1：洪水与地震力不同时考虑。
 注2：冻胀力、冰压力与流水压力或波浪压力不同时考虑。
 注3：车辆荷载与地震力不同时考虑。

- d) 荷载效应组合系数可按表 11 确定。

表11 荷载效应组合系数 ψ_{ZL} 值

荷载组合	ψ_{L}	荷载组合	ψ_{L}
I 、 II	1.0	施工荷载	0.7
III	0.8	—	—

e) 当浇筑体按承载能力极限状态设计时，常用荷载分项系数可按表 12 确定。

表12 承载能力极限状态下的荷载分项系数

情况	荷载增大对浇筑体起有利作用时		荷载增大对浇筑体起不利作用时	
组合	I 、 II	III	I 、 II	III
垂直恒载	0.90		1.20	
车辆荷载及人群荷载	1.00	0.95	1.40	1.30
水浮力	0.95		1.10	
静水压力	0.95		1.05	
动水压力	0.95		1.20	

7.2.4 强度验算应符合下列规定。

a) 泡沫轻质土浇筑体自立稳定的抗压强度应按式(5)计算。

式中：

q_u ——泡沫轻质土浇筑体自立稳定的抗压强度 (kPa) ;

F_s ——安全系数，取3；

γ ——湿重度 (kN/m^3) ;

H ——泡沫轻质土浇筑体高度 (m) ;

P_{u} ——泡沫轻质土浇筑体顶部以上的荷载 (kPa)。

b) 泡沫轻质土浇筑体的设计抗压强度不应小于 q_{cr} 值。

7.2.5 泡沫轻质土用于陡坡路堤或路基拼宽时，应按 JTG D30 的规定，进行整体抗滑稳定性及沿衔接面的抗滑动稳定性验算。

7.2.6 抗浮稳定系数不应小于 1.2，抗浮稳定系数可按式（6）计算。

武中

F_f ——抗浮稳定系数；

γ ——泡沫轻质土的湿重度，如有不同湿重度应取加权平均值 (kN/m^3)；

V_1 ——泡沫轻质土的浇筑体积 (m^3)；

P ——泡沫轻质土顶面的压力，不计车辆、人员等活荷载 (kN)；

γ_w ——水的重度 (kN/m^3)，一般取 10 kN/m^3 ；

V_2 ——计算水位以下泡沫轻质土的浇筑体积(m^3)，应按使用期最高水位考虑。

7.2.7 地基沉降计算应按 JTG D30 的规定进行。

7.2.8 用于地下结构或管线顶部减载换填时，泡沫轻质土自重和其他荷载的总和应小于地下结构或管线所能承受最大荷载的 0.9 倍并满足结构受力要求。

7.3 附属结构

7.3.1 路堤外侧保护壁应满足稳定性和外观质量要求，并符合下列规定。

a) 直立式路堤高度不大于 3 m 时，可采用混凝土类、砌块类保护壁；当高度大于 3 m 时，宜采用薄壁式钢筋混凝土保护壁。

- b) 外侧保护壁采用预制混凝土面板时，保护壁宜由基础、面板、连接钢筋及立柱组成，其设计应符合下列规定。
 - 1) 面板基础混凝土强度等级不应低于 C20。
 - 2) 面板混凝土强度等级不应低于 C25。
 - 3) 面板可通过连接钢筋与立柱焊接固定。连接钢筋可采用 HPB300 钢筋，直径不宜小于 6 mm；立柱可采用等边角钢，边宽不宜小于 50 mm。
- c) 砌块类壁材厚度不宜大于 0.3 m；用于软土地基时，厚度不宜大于 0.2 m。
- d) 现浇钢筋混凝土保护壁厚度不宜大于 0.2 m。
- e) 保护壁应按 10 m~15 m 间距设置变形缝，其位置宜与浇筑体变形缝对应。
- f) 保护壁宜与泡沫轻质土进行必要的连接，以增强整体稳定性。

7.3.2 变形缝设计符合下列规定。

- a) 泡沫轻质土路基长度超过 15 m 时，应按 10 m~15 m 间距设置变形缝，其宽度不宜小于 10 mm。
- b) 路基横断面突变时，应在突变位置增设变形缝。
- c) 浇筑体衔接面存在抗滑要求时，不宜设置纵向变形缝。
- d) 填缝材料宜采用 20 mm~30 mm 厚的聚苯乙烯板，也可采用 10 mm~20 mm 厚的涂沥青木板或木模板。

7.3.3 连接锚固设计符合下列规定。

- a) 陡坡路堤或路基拼宽路段，当沿衔接面抗滑稳定性验算不满足要求时，应采取连接锚固措施。
- b) 连接锚固件宜采用 HRB400 钢筋，直径宜为 25 mm~32 mm，锚固长度进入基岩不宜小于 3 m，土层不宜小于 5 m。
- c) 锚固钢筋布置：基岩可按 1 根/4 m²~1 根/25 m² 布置，土层可按 1 根/2 m²~1 根/9 m² 布置，形式可采用梅花形或矩形。
- d) 当用于路基拼宽时，钢筋宜在衔接台阶处竖向垂直设置，钢筋长度可采用 1 m。

7.3.4 镀锌铁丝网设计符合下列规定。

- a) 宜分别在路堤底部以上 0.5 m、顶部以下 0.5 m 位置设置 1 层镀锌铁丝网。
- b) 相邻两层镀锌铁丝网间距不宜大于 5 m。
- c) 镀锌铁丝网用的铁丝直径不宜小于 1.5 mm，网格间距不宜大于 50 mm。
- d) 相邻两块镀锌铁丝网的重叠搭接宽度不宜小于 0.1 m，并宜采用铁丝绑扎。

7.3.5 防排水设计符合下列规定。

- a) 防水可在浇筑体顶、底面铺设防渗土工膜，临空面设置保护壁。
- b) 泡沫轻质土底部宜设置排水垫层，保护壁顶、底适当位置宜设置排水孔。
- c) 地表水宜采用截水沟将水截排至路基外。
- d) 浇筑体顶部位于路床范围时应设置防渗土工膜，防渗土工膜重叠搭接宽度不宜小于 0.2 m。
- e) 防渗土工膜宜选用 GH-1 型普通高密度聚乙烯土工膜，其技术要求应符合表 13 的规定。

表13 防渗土工膜的技术要求

技术性能	规定值	
厚度(mm)	0.5	0.75
密度(g/cm ³)	≥0.940	≥0.940
纵、横向拉伸屈服强度(N/mm)	≥7	≥10
纵、横向拉伸断裂强度(N/mm)	≥10	≥15
纵、横向断裂伸长率(%)	≥600	

表13 (续)

技术性能	规定值	
纵、横向直角撕裂负荷(N)	≥56	≥84
抗穿刺强度(N)	≥120	≥180
水蒸气渗透系数(g·cm/cm ² ·s·Pa)	≤1.0×10 ⁻¹³	

7.3.6 泡沫轻质土路基与相邻结构物间宜设置缓冲层，可采用20 mm~30 mm厚的聚苯乙烯板。

7.3.7 防撞护栏立柱不应直接置于泡沫轻质土之内。

7.4 软土地区路基

7.4.1 在软土地基上浇筑泡沫轻质土路基，应以不再做软基深层处理为优先原则。

7.4.2 在软土地基上采用泡沫轻质土浇筑时，应计算地基的沉降变形量，并验算地基承载力要求，如无法满足要求，可适当向原地面以下换填泡沫轻质土；但换填深度超过 3.0 m 时，宜考虑软基深层处理取代换填。

7.4.3 工后沉降计算时，除应符合 JTGD30 的规定外，尚应遵循以下原则。

- a) 总沉降修正系数宜取 1.1。
 - b) 基底应力计算时，宜采用分层总和法按以下步骤计算。
 - 1) 首先计算路面至轻质土路基基底的应力 P_1 。

式中： R_i 和 H_i 分别为路基各层重度和厚度；对于泡沫轻质土，重度取施工湿重度。

- 2) 如有换填土层, 应计算原地面以下换填深度内原土层的自重应力 P_2 。

式中： R_{0t} 和 h_i 分别为换填深度内各土层的重度和厚度，地下水位以上取天然重度，地下水位以下取饱和重度。

- ### 3) 计算基底应力。

7.4.4 软土地基上的泡沫轻质土路基基底宜设置厚度不小于0.3m的垫层。

7.4.5 地基土附加应力为零时,泡沫轻质土的临界置换厚度 D 可按下式计算。

式中：

γ —— 泡沫轻质土上部常规路堤填土重度, kN/m^3 ;

γ_1 ——泡沫轻质土的表观重度, kN/m^3 ;

γ_2 ——泡沫轻质土吸水后的表观重度, kN/m^3 ;

γ_0 ——地基土天然重度, kN/m^3 ;

γ_{sat} ——地基土饱和重度, kN/m^3 :

h ——泡沫轻质土上部常规路堤填土的高度（包括车辆荷载的等效土柱高度），m；

h_1 ——原地表面到地下水位之间的泡沫轻质土高度, m;

D ——地表面以下的泡沫轻质土置换厚度, m。

- 6 在具备硬壳层的软基上浇筑泡沫轻质土应符合下列规定。

 - a) 计算工后沉降和稳定性满足要求时，可采用对硬壳层不扰动或少扰动的原则，并应对原地表进行适当清表及排水处理。
 - b) 计算工后沉降和稳定性不能满足要求时，可采用泡沫轻质土进行换填。

c) 硬壳层的判别及安全厚度可参考不同地区的经验。

7.4.7 在软土地基上浇筑泡沫轻质土时，其结构形式可参考图2~图5。

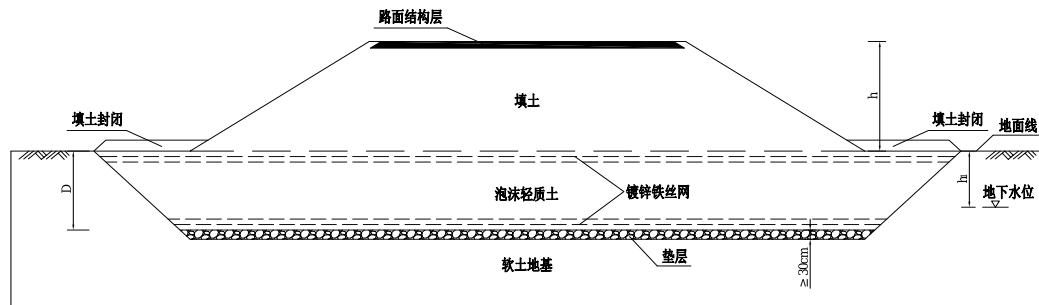


图2 泡沫轻质土置换软土地基断面

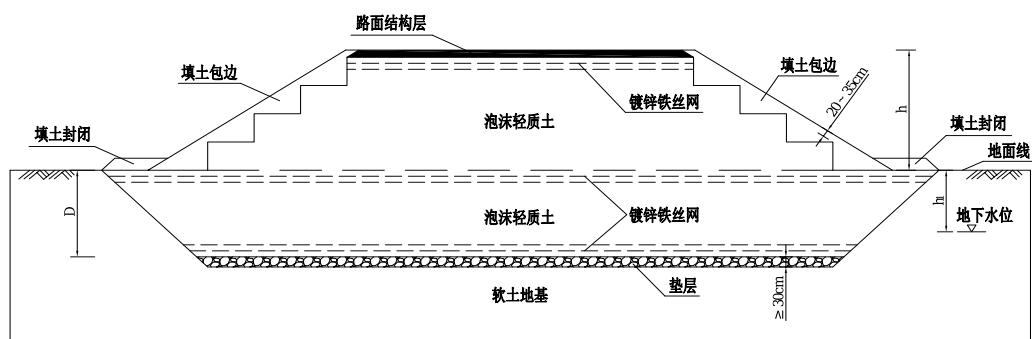


图3 泡沫轻质土放坡浇筑+置换软土地基断面

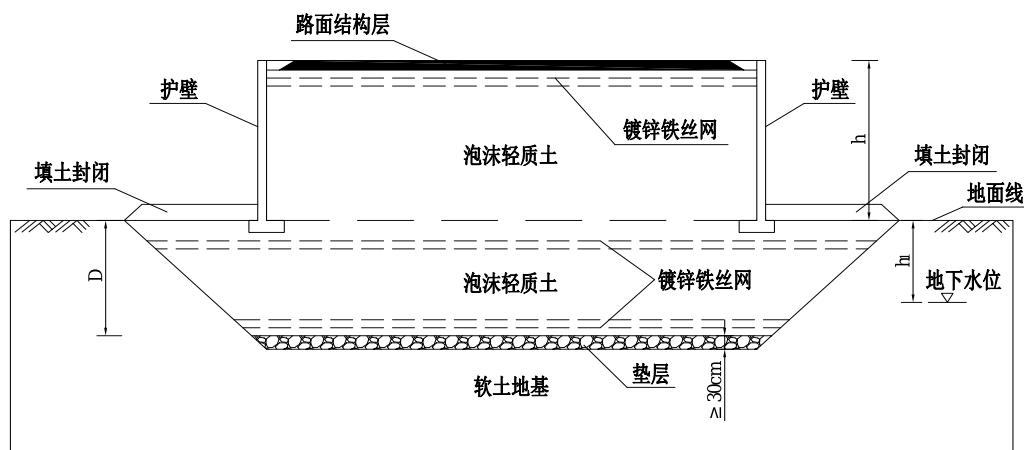


图4 泡沫轻质土直立浇筑+置换

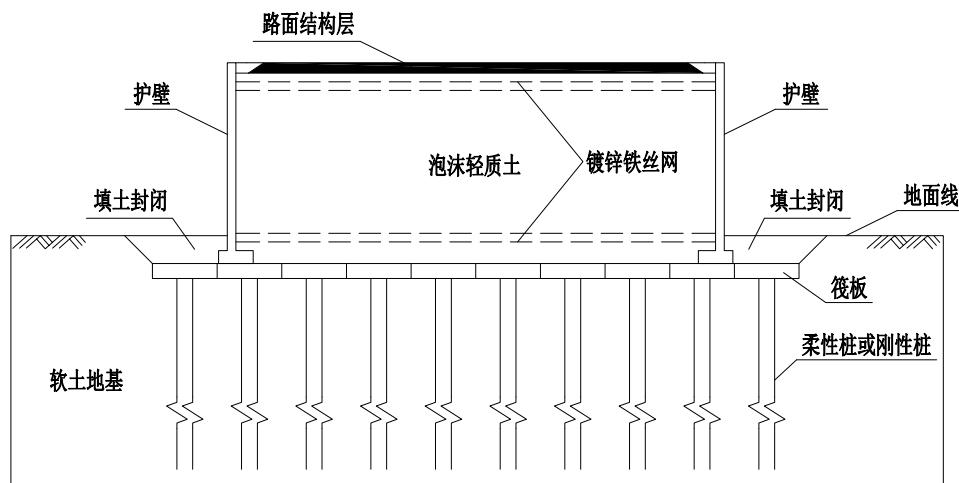


图5 泡沫轻质土直立浇筑+桩基承台处治软土地基断面

7.5 陡坡路堤

7.5.1 原地面应设置台阶，台阶设置应符合下列规定。

- a) 土质路段台阶宽度不应小于2 m。
- b) 岩质路段台阶宽度不宜小于1 m。
- c) 当基岩面上的覆盖层较薄时，宜先清除覆盖层再挖台阶。

7.5.2 浇筑体底部宽度宜大于浇筑体高度的0.25倍，且不应小于2 m。

7.5.3 浇筑体底部在土体中的襟边宽度不应小于1.2 m，在基岩中不应小于0.8 m。

7.5.4 陡坡路堤稳定安全系数不得小于表14所列稳定安全系数值。对于非正常工况II，路基稳定性分析方法及稳定安全系数应符合JTG B02的规定。

表14 陡坡路堤稳定安全系数

分析内容	地基强度指标	分析工况	稳定安全系数	
			二级及二级以上公路	三级、四级公路
包括地基土在内的整体稳定性	采用直剪的固结快剪或三轴固结不排水剪指标	正常工况	1.45	1.35
		非正常工况 I	1.35	1.25
	采用快剪指标	正常工况	1.35	1.30
		非正常工况 I	1.25	1.15
沿衔接面或软弱层滑动的稳定性	—	正常工况	1.30	1.25
		非正常工况 I	1.20	1.15

注：区域内唯一通道的三、四级公路重要路段，高路堤与陡坡路堤稳定安全系数可采用二级公路的标准。

7.5.5 泡沫轻质土用于陡坡路堤时符合下列规定。

- a) 当抗浮不符合要求时，应采取设置抗浮锚杆、增大泡沫轻质土重度等抗浮措施，如图6~图8所示。

- b) 长期浸水段保护壁基础下部宜设置扩大基础，扩大基础可采用片石混凝土或现浇混凝土，强度等级不应低于 C20。
- c) 当陡坡路堤外侧冲刷严重时，应进行专项设计。
- d) 位于河流顶冲部位应采用现浇薄壁式钢筋混凝土保护壁，其厚度不宜小于 0.3 m，强度等级不宜低于 C30，主筋直径不宜小于 16 mm。
- e) 当设计高度大于 10m 时，宜分级，如图 9、图 10 所示，单级高度不宜超过 8 m，台阶宽度宜为 1.5 m~2.0 m，台阶顶部应进行封闭处理，封闭层厚度宜与保护壁基础厚度一致。
- f) 保护壁基础应置于稳定地基之上，当地基土性质较差或地基欠稳定时，宜采用地基处理或桩基础等措施，如图 11 所示。

7.5.6 在陡坡路堤上浇筑泡沫轻质土时，其结构形式可参考图 6~图 11。

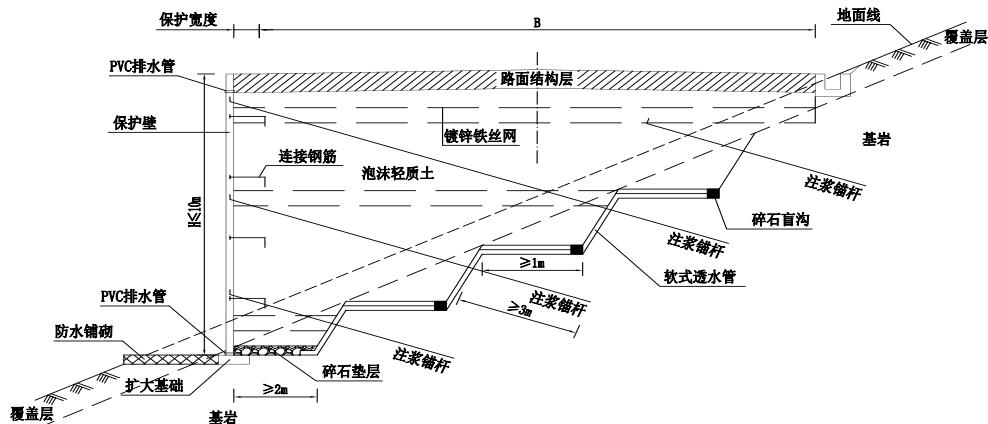


图6 陡坡路堤泡沫轻质土典型断面形式（基岩）

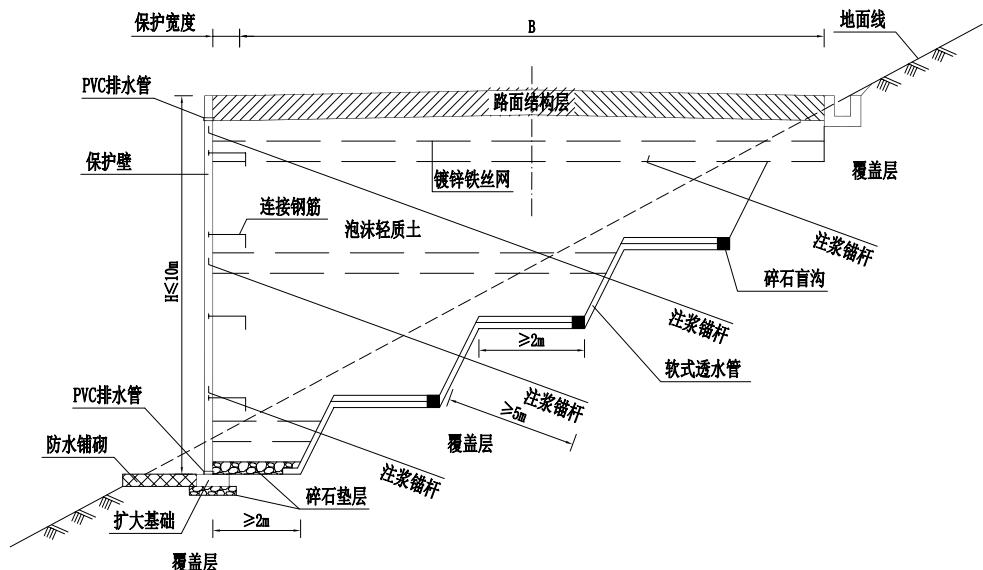


图7 陡坡路堤泡沫轻质土典型断面形式（覆盖层）

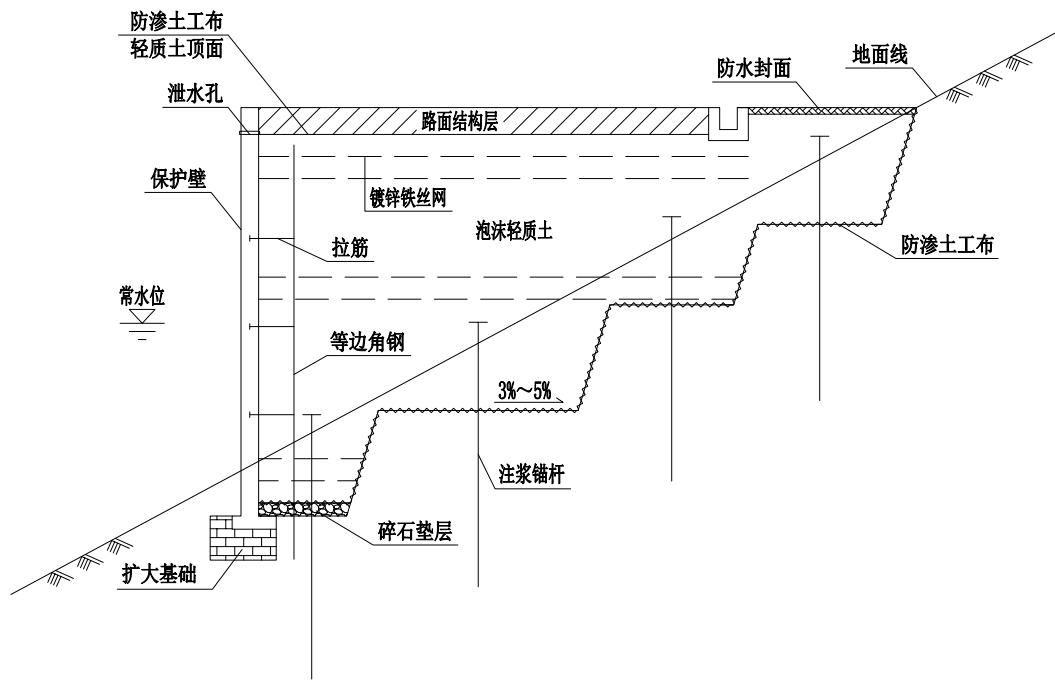


图8 外侧浸水陡坡路堤典型断面形式（长期浸水）

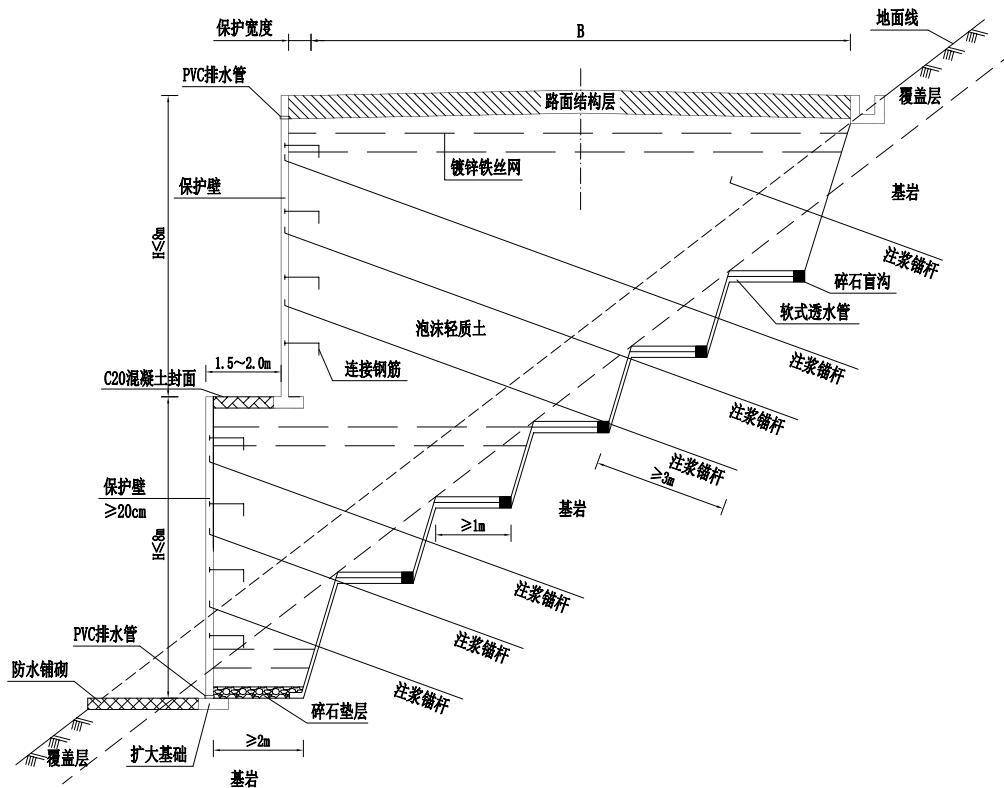


图9 陡坡路堤泡沫轻质土典型断面形式（基岩）

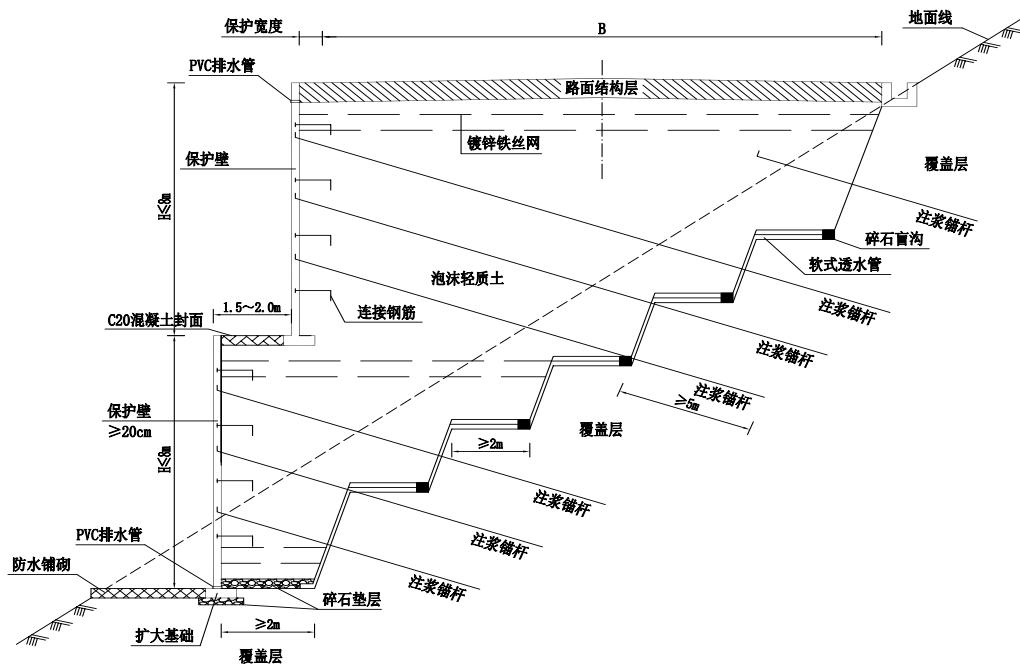


图10 陡坡路堤泡沫轻质土典型断面形式（覆盖层）

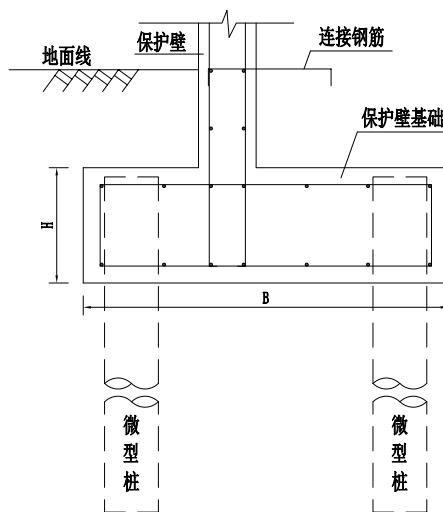


图11 微型桩加固保护壁基础断面形式

7.6 路基拼宽

7.6.1 应收集原有公路勘察设计、竣工图和养护等方面资料，查明既有路堤的地基处理方案、填料性质、路堤沉降变形及边坡稳定情况。

7.6.2 应核查既有路堤及拼宽范围内的通道、管线及排水设施的使用状况，并在此基础上分析路基拼宽后对既有路堤、管线、防护、排水设施的影响。

7.6.3 排水设计应考虑既有公路的中央分隔带及路面排水设施，做好横穿路基管线的预埋设计。

7.6.4 拼宽路基应进行包括地基土在内的整体抗滑稳定性及沿衔接面的抗滑动稳定性验算，其稳定系

数应符合 JTG D30 的规定。

7.6.5 新老路基衔接面宜开挖台阶，如图 12 所示，其宽度不宜小于 1 m。新老路基衔接面顶部可设置土工合成材料。

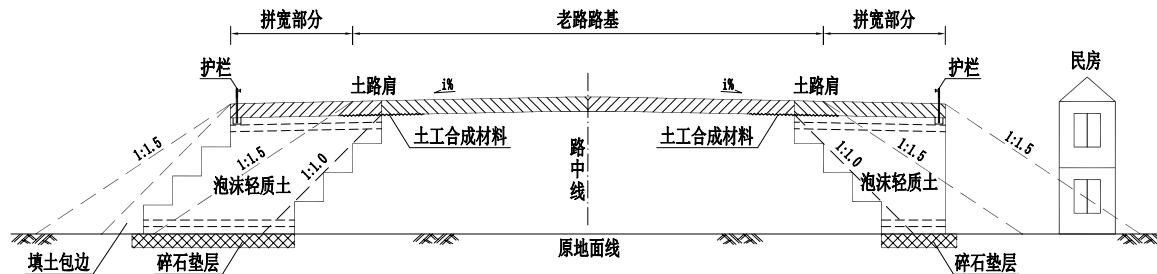


图12 路基拼宽横断面形式

7.6.6 外立面可采用台阶式、直立式。

7.7 结构物衔接路段

7.7.1 沿构造物两侧宜设置过渡段，其长度应符合 JTG D30 的规定。

7.7.2 工后沉降满足要求时，沿桥台至台背方向宜采用台阶式过渡结构，如图 13 所示。

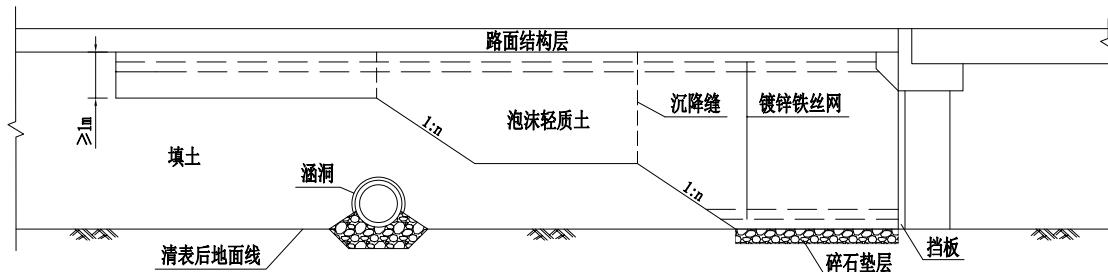


图13 桥头段泡沫轻质土处理断面形式

7.7.3 用于涵洞背部时，设计可分为全路堤浇筑、涵背局部浇筑两种方式，如图 14、图 15、图 16、图 17 所示。

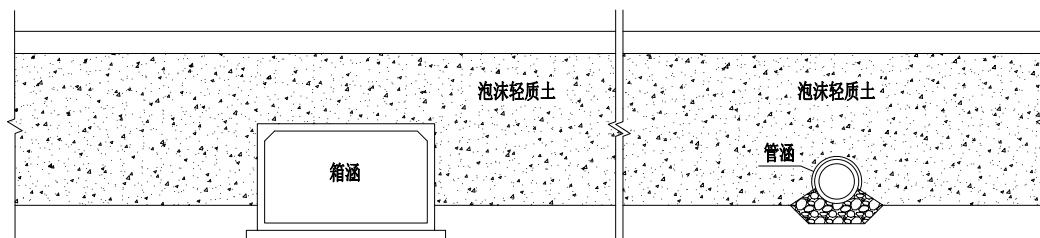


图14 涵洞背部全部浇筑泡沫轻质土



图15 涵洞背部局部浇筑泡沫轻质土

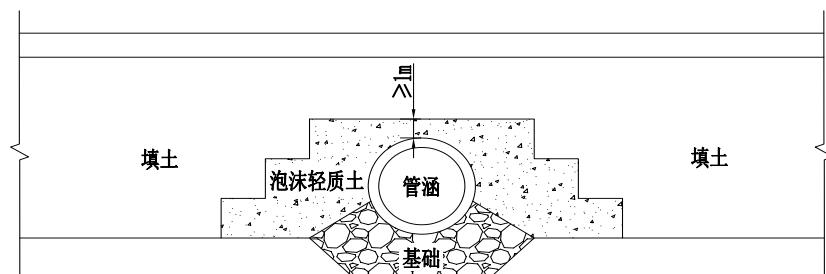


图16 管涵背部局部浇筑泡沫轻质土

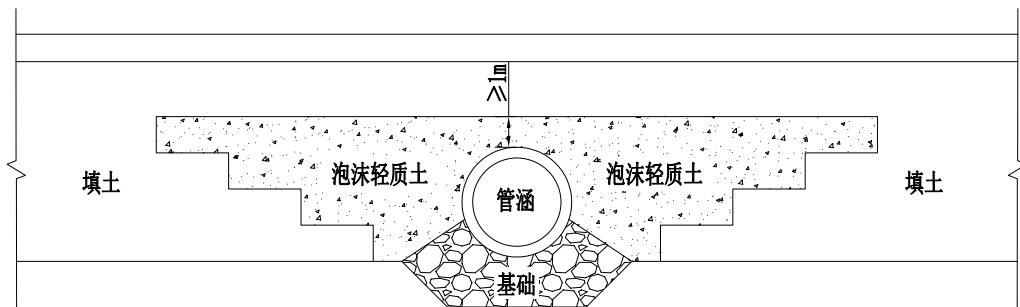


图17 管涵背部局部浇筑泡沫轻质土

7.8 季节性冻土路基

7.8.1 冻土分区、标准冻深、冻结指数的选取可参考 JTG/T D31-06-2017 的规定。当没有资料时，冻结指数可按式（11）计算：

$$F = -1000 \times \left(\frac{b + \sqrt[3]{u} + \sqrt[3]{v}}{3a} \right) \dots \dots \dots \quad (11)$$

$$u \equiv m + n$$

$$v \equiv m - n$$

$$m = P \times b - 3a \times \frac{Q}{2}$$

$$n = 3a \times \frac{\sqrt{S}}{2}$$

$$P = b^2 - 3a \times c$$

$$Q = b \times c - 9a \times d$$

$$R = c^2 - 3b \times d$$

$$\begin{aligned}
 S &= Q^2 - 4P \times R \\
 a &= 1.826 \\
 b &= -10.718 \\
 c &= 25.56 \\
 d &= 9.2785 + y
 \end{aligned}$$

式中：

y ——当地年最低气温（℃）；

F ——冻结指数（℃·d）；

$u, v, m, n, P, b, a, Q, c, S, d, R$ ——计算过程代号，无实际指代意义。

7.8.2 季节性冻土地区路基可采用泡沫轻质土进行保温隔热处理。

7.8.3 季节性冻土路段泡沫轻质土重度等级不宜小于W6，且不宜大于W8。

7.8.4 中冻区、重冻区保温隔热层厚度应符合表15的规定。

表15 中冻区、重冻区保温隔热层厚度

中冻区				重冻区			
800≤F<1400 (℃·d)		1400≤F<2000 (℃·d)		2000≤F<2800 (℃·d)		F≥2800 (℃·d)	
重度等级	隔热层最小厚度(m)	重度等级	隔热层最小厚度(m)	重度等级	隔热层最小厚度(m)	重度等级	隔热层最小厚度(m)
W6	0.6~0.7	W6	0.7~0.8	W6	0.8~1.0	W6	1.0~1.2
W7	0.7~0.9	W7	0.9~1.0	W7	1.0~1.2	W7	1.2~1.4
W8	0.8~1.1	W8	1.1~1.3	W8	1.3~1.5	W8	1.5~1.7

7.8.5 顶面位于路床范围的泡沫轻质土保温隔热层最小厚度不宜低于0.8m。

7.8.6 季节性冻土路段泡沫轻质土强度等级应符合表16的规定。

表16 季节性冻土路段泡沫轻质土的最小强度等级

冻结指数		800≤F<1400 (℃·d)		1400≤F<2800 (℃·d)		F≥2800 (℃·d)	
路基部位		高速公路、一级公路	二级及二级以下公路	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路
路床	轻、中等及重交通	CF1.0	CF0.8	CF1.1	CF0.9	CF1.2	CF1.0
	特重、极重交通	CF1.2	CF1.0	CF1.3	CF1.0	CF1.4	CF1.0
上路堤、下路堤		CF0.8	CF0.7	CF0.9	CF0.8	CF1.0	CF0.9
地基土置换	地下水位以上	CF0.5					
	地下水位以下	CF0.6					

7.8.7 作为保温隔热层时，符合下列规定。

- 细粒土地基宜部分挖除后浇筑泡沫轻质土，如图18所示。
- 泡沫轻质土中部宜设置至少一层镀锌铁丝网，如图19所示。
- 斜坡路基泡沫轻质土可采用分台阶设置，如图20所示。

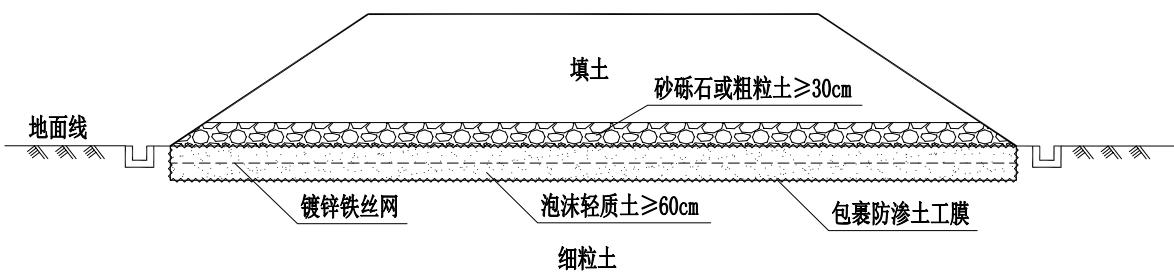


图18 季节性冻土路段保温隔热路基断面形式（细粒土地基）

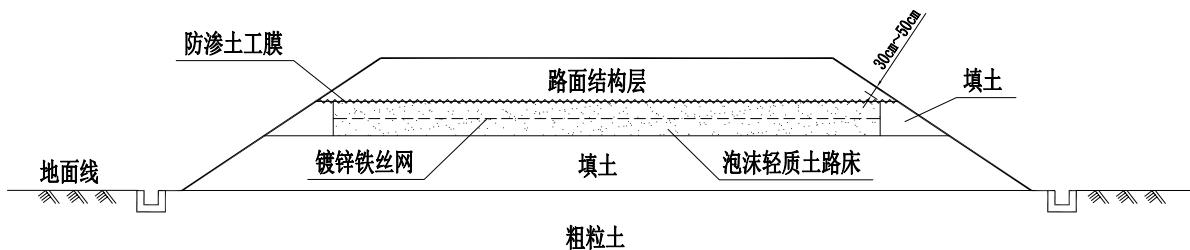


图19 季节性冻土路段保温隔热路基断面形式（粗粒土地基）

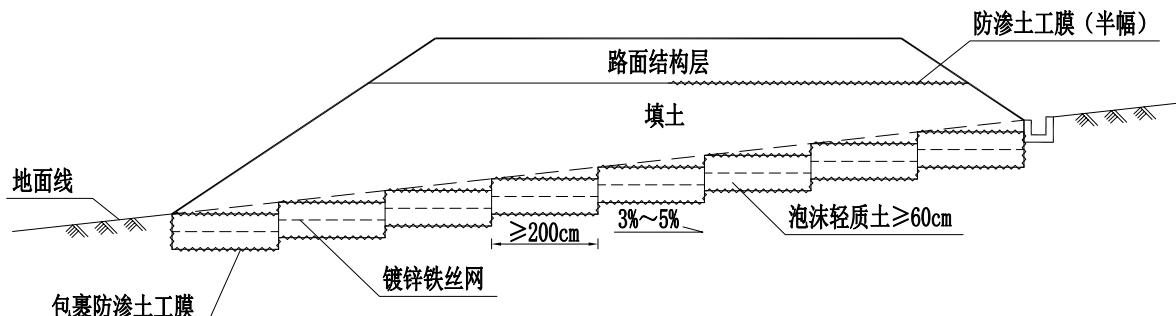


图20 季节性冻土路段斜坡路基断面形式

7.9 多年冻土路基

7.9.1 路基设计临界高度及多年冻土季节活动层的冻胀性分级，应符合 JTG/T 3331-04 的规定。

7.9.2 路基高度超过路基设计临界高度时，可采用泡沫轻质土降低路基高度，并应结合路基高度、气候条件、地温状况、日照方向、冻土环境及经济性进行综合设计。

7.9.3 当多年冻土季节活动层平均冻胀率大于 3.5 % 或低温冻土的融沉系数大于 3 % 时，填方路基可单独采用泡沫轻质土作为隔热材料；高温高含冰量冻土区路基不宜单独采用泡沫轻质土作为隔热材料，可采用泡沫轻质土加主动降温措施。

7.9.4 泡沫轻质土作为隔热材料时，两侧宜采用台阶形式。

7.9.5 多年冻土表面以上 0.6 m 厚度范围内宜采用低水化热泡沫轻质土。

7.9.6 泡沫轻质土单层浇筑厚度不宜超过 0.3 m。

7.9.7 多年冻土区内的融区宜按季节性冻土区设计。

7.9.8 多年冻土区泡沫轻质土技术要求应符合表 17 的规定。

表17 多年冻土区泡沫轻质土技术要求

路基部位		高速公路、一级公路		二级及二级以下公路	
		重度等级	抗压强度等级	重度等级	抗压强度等级
路床	轻、中等及重交通	$\geq W_6, < W_8$	$\geq CF1.2$	$\geq W_6, < W_8$	$\geq CF1.0$
	特重、极重交通	$\geq W_6, < W_8$	$\geq CF1.4$	$\geq W_6, < W_8$	$\geq CF1.0$
上路堤、下路堤		$\geq W_5, < W_7$	$\geq CF1.0$	$\geq W_5, < W_7$	$\geq CF0.8$
地基土置换		$\geq W_4, < W_6$	$\geq CF0.6$	$\geq W_4, < W_6$	$\geq CF0.6$

7.9.9 多年冻土区泡沫轻质土隔热层厚度应符合表 18 的规定。

表18 多年冻土区泡沫轻质土保温隔热层厚度

季节活动层冻胀等级III级		季节活动层冻胀等级IV级		季节活动层冻胀等级V级	
重度等级	隔热层最小厚度 (m)	重度等级	隔热层最小厚度 (m)	重度等级	隔热层最小厚度 (m)
W5	1.2	W5	1.5	W5	1.8
W6	1.4	W6	1.7	W6	2.0
W7	1.6	W7	1.9	W7	2.2

注：各层采用不同重度等级的泡沫轻质土时，隔热层最小厚度取值采用加权平均法。

7.9.10 路基两侧保温护道宽度应根据阴阳坡向及冻胀等级确定，如图 21～图 23 所示。

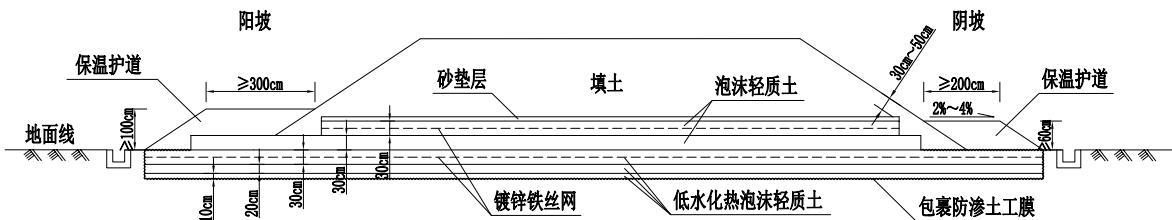


图21 多年冻土保溫隔熱路基断面形式（季节活动层冻胀等级 III 级）

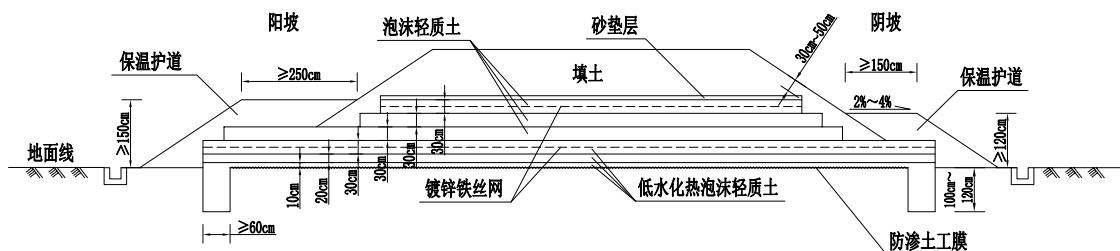


图22 多年冻土保溫隔熱路基断面形式（季节活动层冻胀等级 IV 级）

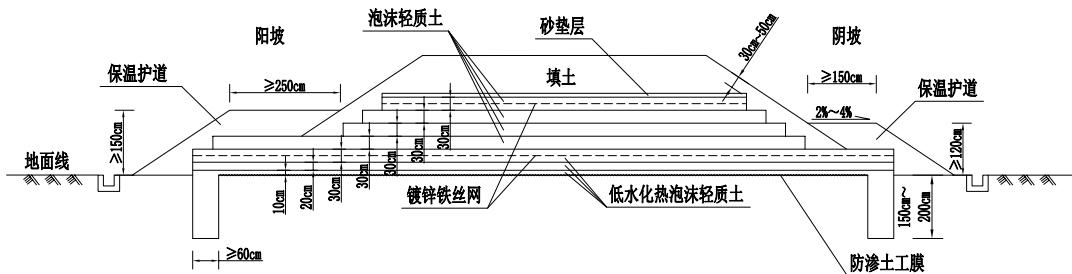


图23 多年冻土保溫隔熱路基断面形式（季节活动层冻胀等级V级）

7.10 特殊路段

7.10.1 泡沫轻质土用于空洞填充时符合下列规定。

- a) 应调查地下空间的发育特征、性质及范围，并分析评估泡沫轻质土回填的可行性。
- b) 泡沫轻质土抗压强度等级宜采用 CF0.4~CF0.6。
- c) 流动度可按 190 mm±10 mm 控制。
- d) 当洞体庞大或深度较深时，应在稳定评价基础上，可采用钢筋混凝土板块跨越，同时上部可采用泡沫轻质土路堤；对于有顶板但顶板强度不足的干溶洞，予以加固后上部可采用泡沫轻质土路堤。

7.10.2 泡沫轻质土用于隧道衬砌脱空与明洞回填时符合下列规定。

- a) 脱空可采用泡沫轻质土充填衬砌背部空腔。
- b) 当洞口仰坡开挖较高时，明洞上方可采用泡沫轻质土回填，如图 24 所示。
- c) 在隧道或明洞洞口采用泡沫轻质土回填时，其外立面不得采用预制面板。

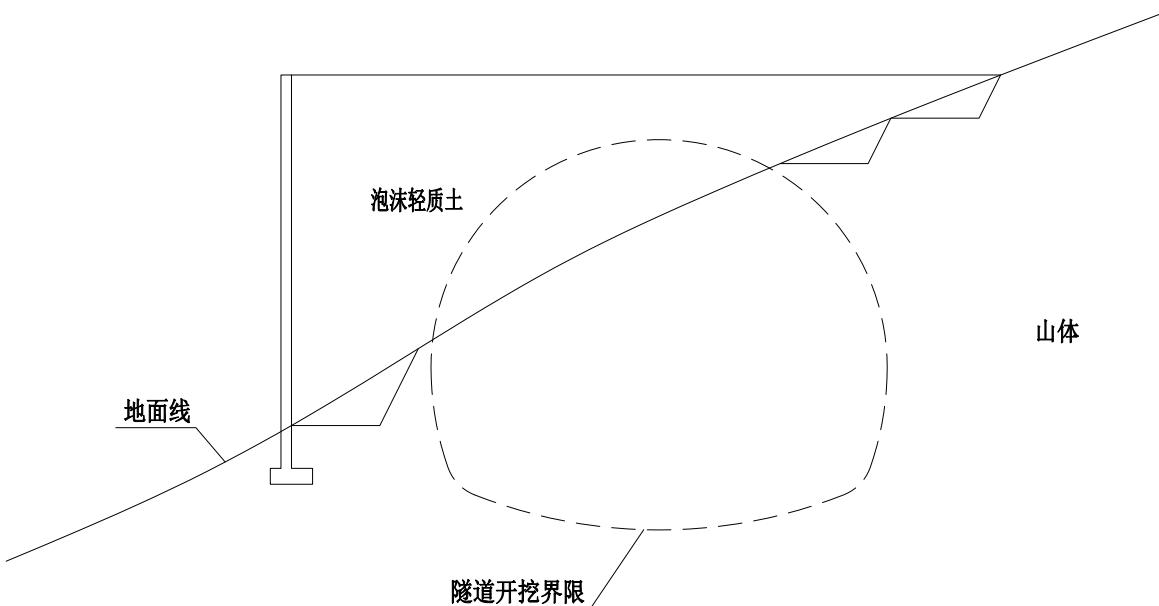


图24 隧道或明洞回填处治断面形式

7.10.3 泡沫轻质土用于挡墙病害处治时符合下列规定。

- a) 当挡墙出现结构性裂缝、倾覆变形或侧移时，可采用泡沫轻质土置换部分土体，必要时结合挡墙加固等措施，如图 25 所示。
- b) 挡墙病害严重时，应视情况明确挡墙拆除范围及泡沫轻质土置换方案，如图 26 所示。
- c) 病害处治后的挡墙及路基稳定性应满足要求。

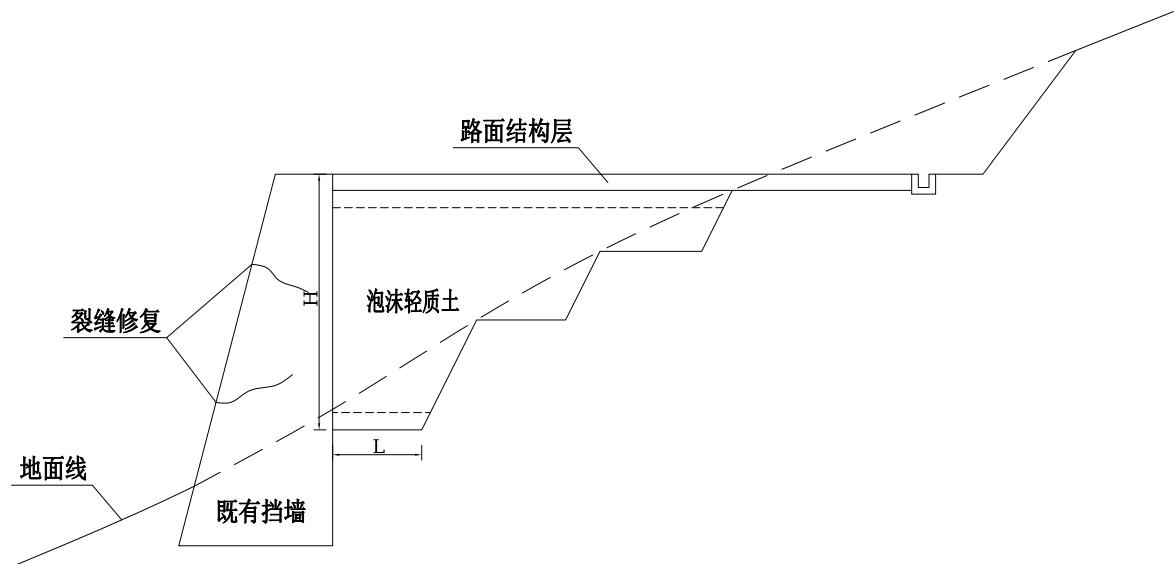


图25 挡墙变形修复泡沫轻质土处治断面形式（置换）

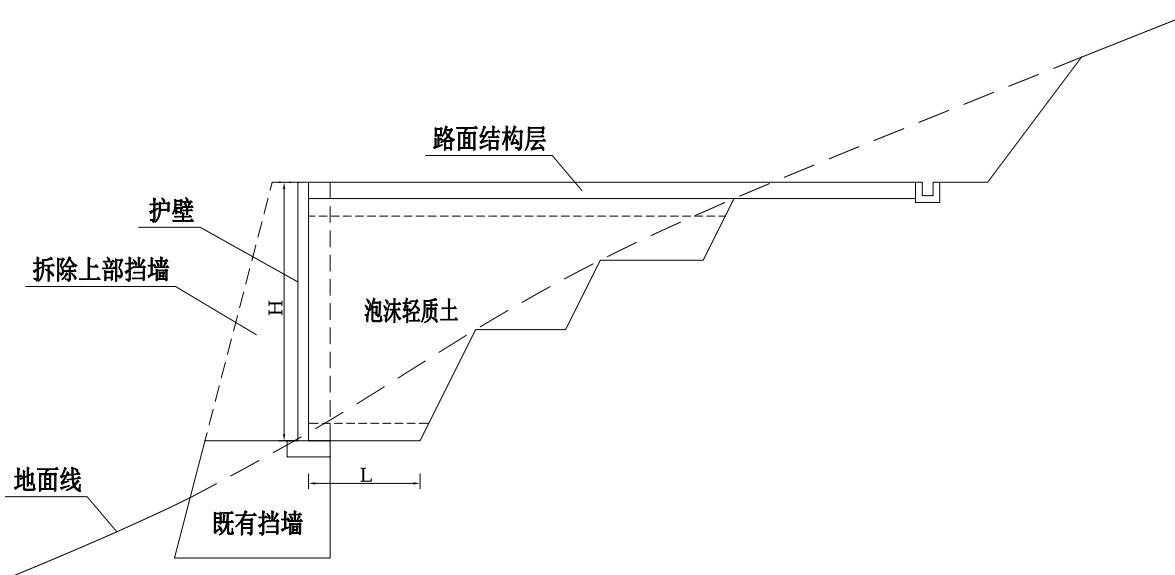


图26 挡墙变形修复泡沫轻质土处治断面形式（部分拆除+置换）

7.10.4 泡沫轻质土用于干热河谷路段时符合下列规定。

- a) 泡沫轻质土路基顶部 0.8m 范围内掺和料不宜掺加土料，其性能指标应符合表 19 的规定。

表19 干热河谷段泡沫轻质土性能指标

路面底面以下深度 (m)	最小抗压强度等级		最小重度等级
	高速公路、一级公路	二级及二级以下公路	
0~0.80	CF1.0	CF0.8	W5
>0.80	CF0.6	CF0.5	W4

- b) 泡沫轻质土应连续浇筑，覆盖养生，必要时应采用洒水降温措施。
- c) 泡沫轻质土顶部钢丝网设置密度可适当加大。

8 施工

8.1 施工准备

- 8.1.1 详细分析设计图纸，根据设计意图、工程规模、工期要求，编制施工组织计划。
- 8.1.2 对现场地形地貌进行踏勘，必要时应进行相关工程的测量复核，以检查工程数量、设计图纸是否与实际相吻合。
- 8.1.3 确认施工电源、用水、便道、设备及主要材料的准备工作是否到位。
- 8.1.4 收集当地历史气候资料及施工期的天气预报，为异常天气的施工提前制定相关预防保障措施。
- 8.1.5 结合设备生产能力、工期要求等对设计浇筑体进行浇筑区和浇筑层的划分，为浇筑施工做好相关规划。
- 8.1.6 清除浇筑区基底杂物，应排除基底的积水；当在地下水位以下浇筑时，应有降水或截水措施，不得在基底有水的状态下浇筑施工。
- 8.1.7 做好施工废水、工程废料的清运措施，确保满足环保要求。
- 8.1.8 泡沫轻质土路基施工前宜增加试验路段。
- 8.1.9 不同品种（规格）、等级、厂家（产地）、出厂日期的原材料不得混存、混用，同一配合比应采用同厂家、同产地、同规格、同等级的原材料。

8.2 施工设备

- 8.2.1 泡沫轻质土的现场制作、输送与浇筑应采用发泡、拌和和泵送等专用设备，并符合下列规定。
 - a) 泡沫轻质土制作设备的发泡装置，宜采用压缩空气与泡沫液混合的方式生成泡沫，不得采用搅拌发泡法生成泡沫。
 - b) 发泡装置应能生成均匀、稳定的泡沫。单台套发泡设备产能不宜低于 $60 \text{ m}^3/\text{h}$ ，并具有发泡剂稀释自动控制功能。
 - c) 水泥浆拌和及输送应采用具有配合比自动配置及记录功能的专业拌和站，且单台套产能不宜低于 $30 \text{ m}^3/\text{h}$ 。水泥浆输送泵应为定流量泵。
 - d) 泡沫轻质土拌和及输送设备应具有配合比自动配置及记录功能，且单台套产能不宜低于 $90 \text{ m}^3/\text{h}$ 。
 - e) 电控系统应具有发泡剂、发泡液、压缩空气、泡沫、水泥浆、泡沫轻质土的流量及泡沫密度、水泥浆湿重度、泡沫轻质土湿重度的实时数显功能。
 - f) 浇筑设备的生产能力和设备性能应满足连续作业要求。
 - g) 原材料配合比计量应采用电子计量，所有材料的计量偏差不应大于 $\pm 2\%$ 。
- 8.2.2 泡沫密度、水泥浆湿重度、泡沫轻质土湿重度实时控制，允许误差应符合表 20 的规定。

表20 实时控制允许误差

项目	允许误差
泡沫密度	±5%
水泥浆湿重度	±2%
泡沫轻质土湿重度	±3%

8.3 浇筑区与浇筑层

8.3.1 泡沫轻质土路基应分区、分层浇筑。泵送方式宜采用直接泵送或配管泵送。

8.3.2 浇筑区的划分应符合以下要求。

- a) 单个浇筑区顶面面积以 $200\text{ m}^2 \sim 300\text{ m}^2$ 为宜，最大不应超过 400 m^2 。
- b) 顶面位于路床的泡沫轻质土，台阶高度不宜超过 0.15 m 。

8.3.3 浇筑层的划分应符合以下要求。

- a) 层厚度宜为 $0.3\text{ m} \sim 0.8\text{ m}$ 。
- b) 镀锌铁丝网的位置，应作为浇筑层分界面。

8.4 路基施工

8.4.1 泡沫轻质土路基浇筑前，应对各浇筑层顶面高程做现场标记，标记点数不宜少于 3 点或以标线的形式标记。

8.4.2 单个浇筑区浇筑层的浇筑应符合下列规定。

- a) 浇筑时间不应超过水泥的初凝时间。
- b) 上下两层的浇筑间隔时间不宜小于 8 h 。
- c) 当顶层泡沫轻质土抗压强度大于等于 0.8 倍设计抗压强度后，方可进行调坡层或垫层施工。

8.4.3 泡沫轻质土及料浆在储料装置、泵送设备、泵送管道中的停滞时间不宜超过 1.5 h 。

8.4.4 浇筑作业宜从中间向两端浇筑；如采用一条以上浇筑管，亦可从两端向中间浇筑。

8.4.5 当浇筑层底面高程有显著差异时，宜自较低的位置开始浇筑。

8.4.6 出料口在浇筑过程中，不宜悬空；当移动浇筑管、出料口取样、扫平表面时，出料口与泡沫轻质土表面的高差不宜大于 0.5 m 。

8.4.7 泡沫轻质土分区模板应安装牢固、拼接紧密，不得漏浆。变形缝宜设置在分区浇筑施工缝处。施工缝宜错缝浇筑。

8.4.8 气温低于 5°C 时，不宜进行浇筑作业，否则宜采取必要的保温措施。气温低于 0°C 时，应采取必要的保温措施，并宜选用快硬硫铝酸盐水泥。

8.4.9 浇筑时应按照附录 E 的要求填写浇筑施工记录表。

8.5 附属工程施工

8.5.1 保护壁面板预制应符合下列规定。

- a) 混凝土的集料粒径和强度等级应满足设计要求。
- b) 浇筑混凝土前，应按设计要求定位保护壁拉扣。
- c) 浇筑混凝土后，应对保护壁外侧表面进行清洁处理。

8.5.2 预制面板、砌块类保护壁施工应符合下列规定。

- a) 基础的断面尺寸、高程及混凝土强度应满足设计要求。
- b) 保护壁砌筑前，应标出保护壁外缘线并进行水平测量，曲线部分应加密测点。

- c) 保护壁砌筑高度应超过当前泡沫轻质土浇筑面，且不宜超过3层面板高度。
- d) 保护壁砌筑应采用水泥砂浆勾缝，砌缝宽度不宜超过10mm。
- e) 面板、砌块搬运与砌筑时应避免损坏，防止拉扣变形。
- f) 保护壁砌筑作业中应逐层控制水平及倾斜误差，曲线部位应砌筑平顺。

8.5.3 现浇钢筋混凝土保护壁高度大于3m时，宜分层浇筑。

8.5.4 防渗土工膜铺设应符合下列规定。

- a) 铺设前应清除下承层的尖锐物，必要时可设置一层无纺针刺土工布。
- b) 相邻幅的土工膜搭接宽度不宜小于0.2m。

8.5.5 镀锌铁丝网铺设应符合下列规定。

- a) 铺设前应检查其外观，不应采用有明显锈迹的镀锌铁丝网。
- b) 相邻幅的镀锌铁丝网搭接宽度不宜小于0.1m，搭接部位宜用铁丝绑扎，其间距不应超过10倍网眼边长。
- c) 在变形缝位置，镀锌铁丝网应断开铺设。

8.6 养生

8.6.1 除地下空洞填充类工程外，泡沫轻质土浇筑至设计高程后，应覆盖塑料膜或无纺土工布进行保湿养生，时间不宜少于7d。

8.6.2 泡沫轻质土用于干热河谷路段时，应连续浇筑，覆盖养生，必要时应采用洒水降温措施。

8.6.3 泡沫轻质土顶面以上采用路基填料摊铺时宜采用静压式压路机碾压，在振动式或冲击式压路机2倍影响深度范围内不宜采用其碾压。

8.6.4 铺筑调平层或垫层之前应注意保护，车辆、施工机械不得在泡沫轻质土顶面行走或作业。

9 质量控制与验收

9.1 一般规定

9.1.1 泡沫轻质土路基宜作为一个分项工程。

9.1.2 质量控制与验收资料应包括下列内容。

- a) 设计文件。
- b) 相关原材料出厂合格证和进场检验报告。
- c) 配合比设计报告、性能试验报告。
- d) 施工记录、质量检验记录。
- e) 其他必要的文件和记录。

9.2 原材料检验

9.2.1 水泥进场时，应对其品种、代号、强度等级、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，水泥的强度、安定性和凝结时间的检验符合下列规定。

- a) 检查频次：按同一厂家、同一品种、同一代号、同一强度等级、同一批号且连续进场的水泥，袋装不超过200t为一批，散装不超过500t为一批，每批抽样数量不应少于一次。
- b) 检验方法及结果：检验方法按JTG 3420执行，结果应符合GB 175的规定。

9.2.2 发泡剂性能试验测定的泡沫密度、标准泡沫沉降距、标准泡沫泌水率等指标检验符合下列规定。

- a) 检查频次：检验频率应为1次/5000L，每批次产品或每个施工项目应至少检验一次。
- b) 检验方法及结果：按附录A进行检查，结果应符合5.1.2的规定。

9.2.3 外加剂进场时，应对其品种、性能、出厂日期等进行检查，对外加剂相关性能的检验符合下列规定。

- a) 检查频次：按同一厂家、同一品种、同一性能、同一批号且连续进场的混凝土外加剂，不超过 50 t 为一批，每批抽样数量不应少于一次。
- b) 检验方法及结果：应符合 GB 8076 和 GB 50119 的规定。

9.2.4 矿物掺和料进场时，应对其品种、技术指标、出厂日期等进行检验，矿物掺和料的相关技术指标检验符合下列规定。

- a) 检查频次：按同一厂家、同一品种、同一技术指标、同一批号且连续进场的矿物掺和料，粉煤灰、石灰石粉、磷渣粉和钢铁渣粉不超过 200 t 为一批，粒化高炉矿渣粉和复合矿物掺和料不超过 500 t 为一批，沸石粉不超过 120 t 为一批，硅灰不超过 30 t 为一批，每批抽样数量不应少于一次。
- b) 检验方法及结果：应符合国家有关标准的规定。

9.2.5 用水：采用饮用水时可不检验；采用其他水源时，其检验符合下列规定。

- a) 检查频次：同一水源检查不应少于一次。
- b) 检验方法及结果：应符合 JGJ 63 的规定。

9.2.6 钢筋检验符合下列规定。

- a) 检查频次：每 50t 送检一次，且不应少于一次。
- b) 检验方法及结果：应符合 GB 1499 的规定。

9.3 浇筑作业质量控制

9.3.1 预制面板质量检验应符合表 21 的规定。

表21 预制面板质量检验要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法	检验频率
1	混凝土强度 (MPa)	不小于设计值	GB/T 50081	每班或每 100m ³ 取 1 组， 每项目至少取 1 组
2	边长 (mm)	±0.5%	尺量	长宽各测 1 次，每 200 块抽查 1 块， 每项目至少 5 块
3	两对角线差 (mm)	±0.7%	尺量	每 200 块检查 1 块， 每项目至少 5 块
4	厚度 (mm)	+5, -3	尺量	检查 2 处，每 200 块检查 1 块，每项目 至少 5 块
5	表面平整度 (mm)	±0.3%	直尺	长宽各测 1 次，每 200 块检查 1 块，每 项目至少 5 块
6	预埋件位置 (mm)	±10	尺量	每 200 块抽查 1 块， 每项目至少 5 块

9.3.2 新拌泡沫轻质土的湿重度、流动度检验符合下列规定。

- a) 检验数量：每一浇筑区浇筑层检测次数不应低于 6 次。
- b) 试样宜在浇筑管管口取样制作。

c) 检验方法及结果：检验方法按 CJJ/T 177 的规定执行，检验结果应符合设计要求。

9.3.3 新拌泡沫轻质土的抗压强度检验符合下列规定。

a) 检验数量。

- 1) 每个构造单元应至少制作 2 组试件。
- 2) 当同一配合比连续浇筑小于 400 m^3 时，应按每 200 m^3 制作一组试件。
- 3) 当同一配合比连续浇筑大于 400 m^3 时，应按每 400 m^3 制作一组试件。

b) 试样宜在浇筑管管口取样制作。

c) 检验方法及结果：检验方法按 JTG 3420 的规定执行，检验结果应符合设计要求。

9.3.4 用于保温隔热的泡沫轻质土，其导热系数的检验应符合表 22 的规定：

表22 导热系数的检验要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法	检验频率
1	导热系数 $\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$	符合本文件表 5.2.3 的规定	GB/T 10294	季冻区每一浇筑区浇筑层检测次数不应低于 6 次，多年冻土区每一浇筑区浇筑层检测次数不应低于 3 次

9.4 路基质量检验

9.4.1 路基外观质量检验应符合下列规定。

- a) 保护壁应光洁平顺，板缝均匀，线形顺适，变形缝上下贯通顺直。
- b) 表面出现的非受力贯穿裂缝宽度应小于 2.0 mm 。
- c) 表面蜂窝面积应小于总表面积的 1 %。
- d) 检验方法：目测或量测。

9.4.2 保护壁质量检验应符合表 23 的规定。

表23 保护壁质量检验要求

项次	检验项目	规定值或允许偏差	检验方法	检验频率
1	混凝土强度 (MPa)	不小于设计值	GB/T 50081	每班或每 100 m^3 取 1 组，每项目至少取 1 组
2	基础断面尺寸 (mm)	不小于设计值	尺量	每 20 m 量测 1 处
3	面板顶高程 (mm)	± 50	3m 直尺	每 20 m 量测 1 处
4	轴线偏位 (mm)	50	经纬仪或拉尺、尺量	每 20 m 量测 1 处
5	面板垂直度 或坡度	-0.5%	挂垂线	每 20 m 量测 1 处

9.4.3 路基尺寸检验应符合表 24 的规定。

表24 路基尺寸检测要求

项次	检查项目	规定值或允许偏差	检验方法	检验频率
1	顶面高程 (mm)	+10, -15	水准仪	每 20m 测 1 点
2	厚度 (mm)	—	卷尺	每 20m 测 1 点
3	轴线偏位 (mm)	20	全站仪	每 20m 测 1 点
4	宽度 (mm)	不小于设计值	卷尺	每 10m 测 1 点
5	基底高程 (mm)	土质	±50	水准仪
		石质	+50, -200	

9.4.4 路基弯沉检验应符合下列规定。

- a) 检查数量: 每车道、每 20 m 测 1 点。
 - b) 检验方法及结果: 按 JTGF80/1 的规定执行, 检验结果应符合设计要求。

9.5 质量评定与验收

9.5.1 泡沫轻质土工程质量评定等级分合格与不合格，验收应在质量评定合格的基础上进行。

9.5.2 质量评定等级应按质量评分值划分，评分值满分为100分。

9.5.3 质量评分项目包括实测项目、外观质量和质量保证资料，评分值应按式（12）计算：

$$\text{工程质量评分值} = \frac{\sum_{\text{实测项目}} (\text{得分} \times \text{权值})}{\sum_{\text{实测项目}} \text{权值}} - \text{外观缺陷减分} - \text{资料不全减分} \quad \dots \dots \dots \quad (12)$$

9.5.4 实测项目按合格率计分，合格率为检查实测项目的合格点（组）数占应检点（组）的百分比，实测项目的计分为合格率×100。

9.5.5 实测项目应按表 25 执行并符合附录 G 的要求。

表25 泡沫轻质土实测项目

项次	部位	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法/频率	权值
1	浇筑体	湿重度	9.3.2	查施工记录, 100%检查	3
2		抗压强度	9.3.3	查抗压强度试验记录表, 100%检查	3
3		流动度	9.3.2	查施工记录, 100%检查	1
4		弯沉	7d 弯沉不大于 1.5 倍设计值, 28d 弯沉不大于设计值	JTG F80/1	3
5		导热系数	5.2.3	9.3.4	3
6		浇筑区顶面高程*	9.4.3	9.4.3	2
7		厚度*	9.4.3	9.4.3	2
8		轴线偏位*	9.4.3	9.4.3	2
9		宽度*	不小于设计值	9.4.3	1
10	预制面板	混凝土强度	9.3.1	9.3.1	3
11		边长	9.3.1	9.3.1	1
12		两对角线差	9.3.1	9.3.1	1
13		厚度	9.3.1	9.3.1	1
14	保护壁	混凝土强度	9.4.2	9.4.2	3
15		基础断面尺寸	9.4.2	9.4.2	2

表25 (续)

项次	部位	检查项目	规定值或允许偏差	检查方法/频率	权值
16	保护壁	面板顶高程	9.4.2	9.4.2	2
17		轴线偏位	9.4.2	9.4.2	2
18		面板垂直度或坡度	9.4.2	9.4.2	2

注1：对于浇筑量不超过10000m³的项目，可不做路床顶面弯沉检验。
 注2：泡沫轻质土用于保温隔热时才做导热系数检验。
 注3：设置预制面板或保护壁时才做相应检验。
 注4：带*的项目在空洞及狭小空间充填工程中不予检查。

9.5.6 泡沫轻质土的外观检查包括预制面板、保护壁和泡沫轻质土成型浇筑体的外观检查。预制面板、保护壁要求外观色泽均一、砌筑整齐平顺（评定有缺陷减1分～2分）；填筑体要求表面平整、无裂缝、边界线形平顺（评定有缺陷减1分～2分）。

9.5.7 泡沫轻质土工程质量评定时，有下列情况之一，视为工程质量不合格。

- a) 抗压强度合格率低于90%。
- b) 湿重度合格率低于90%。
- c) 工程质量评分低于75分。

9.5.8 对于工程质量不合格的，监理单位应责成施工单位进行必要的返工、加固或其他方式的工程维修，并重新进行质量评定与验收。

附录 A (规范性)

A. 1 试验室的温度应保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应低于 50%。

A. 2 试验设备包含以下装置。

- a) 发泡装置 1 套。
 - b) 塑料桶 1 个，容积 15L。
 - c) 电子秤 1 台，最大量程 2000g，精度 1g。
 - d) 带刻度的不锈钢量杯 2 个，内径 108mm，净高 108mm，壁厚 2mm，容积 1L。
 - e) 平口刀 1 把，刀长 150mm。
 - f) 钢直尺 1 把，尺长 150mm，分度值 0.5mm。
 - g) 深度游标卡尺 1 把，精度 0.02mm。
 - h) 秒表 1 块。

A. 3 试验材料包含以下材料。

- a) 自来水。
 - b) 发泡剂。

A.4 试验步骤按以下步骤进行。

- a) 用电子天平秤称取量杯质量 m_0 。
 - b) 按厂家提供稀释倍率配置发泡液并装入装置中。
 - c) 启动发泡装置，调节空压力压缩空气压力与发泡液比例，直到泡沫密度满足 $35\text{kg/m}^3 \sim 52\text{kg/m}^3$ 时为止。
 - d) 当泡沫均匀流出管口时，让泡沫充满量杯，并采用平口刀沿量杯杯口平面刮平泡沫。称取量杯与泡沫的总质量 m_1 。
 - e) 泡沫密度按式(A.1)计算。

$$\rho_f = \frac{m_1 - m_0}{v_0} \dots \quad (\text{A. 1})$$

式中：

ρ_f —— 泡沫密度 (kg/m^3)，精确至 0.1 kg/m^3 ；

m_1 ——量杯与泡沫质量和(g), 精确至 1 g;

m_0 ——量杯质量(g), 精确至 1 g;

v_0 ——量杯体积(cm^3)，精确至 1 cm^3 。

f) 将标准泡沫柱静置 1h，测试泡沫柱表面距量杯口的最大距离，精确至 1mm，即为标准泡沫柱 1h 沉降距。测试结果以 3 次平行试验的算术平均值表示。

g) 将量杯中泌出的水倒入容器中并称量其质量 m_2 ，按(式 A. 2)计算 1h 泌水率。测试结果以 3 次平行试验的算术平均值表示。

式中：

ε —— 泌水率(%)；

m_2 ——泌水量(g)。

A.5 原材料性能试验记录如表 A.1。

表A.1 原材料性能试验记录表

编号：

工程名称		分项工程名称		试验日期					
施工单位		项目技术负责人		项目经理					
项目试验人员		项目试验主管		见证人员					
执行标注及编号									
原材料及试验条件	水泥			掺和料	外加剂	其他			
	强度等级	厂家	用量	名称	掺量(%)	名称	掺量(%)	名称	用量
	发泡剂					水		试验条件	
	类别	型号	稀释倍率	发泡倍率	用量	发泡水	搅拌水	气温(℃)	发泡方式
试验成果	标准泡沫柱						泡沫密度(kg/m ³)		
	静置1h的沉降距(mm)			静置1h的泌水率(%)					
	编号	实测值	平均值	编号	实测值	平均值	编号	实测值	平均值
	1			1			1		
	2			2			2		
	3			3			3		
	成型体积(L)						静置1h的湿重度 增加值(kN/m ³)		
	流动度(mm)			初始湿重度(kN/m ³)			静置1h的湿重度(kN/m ³)		
	编号	实测值	平均值	编号	实测值	平均值	编号	实测值	平均值
	1			1			1		
2			2			2			
3			3			3			
施工单位 检查结果									
		签名： 年 月 日							
监理(建设)单位检查意见									
		签名： 年 月 日							

附录 B
(规范性)
相容性试验

B. 1 实验室的温度应保持在 $20^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度不应低于 50 %。

B. 2 试验设备包含以下装置。

- a) 发泡装置 1 套。
 - b) 试验用搅拌机 1 台。
 - c) 橡皮锤 1 个。
 - d) 电子秤 1 台，最大量程 2000 g，精度 1 g。
 - e) 塑料桶 1 个，容积 15 L。
 - f) 砂浆分层度筒 2 个，内径 150 mm，上节高度 200 mm，下节带底净高 100 mm，两节的连接处应加宽 3 mm~5 mm，并应设置橡胶垫圈。
 - g) 深度游标卡尺 1 把，精度 0.02 mm。
 - h) 平口刀 1 把，刀长 150 mm。
 - i) 秒表 1 块。

B.3 试样可在搅拌好的拌和物中制取。

B. 4 试验步骤按以下步骤进行。

- a) 用塑料桶接取试样，试样用量不应低于 10 L。
 - b) 按 CJJ/T 177 的湿重度试验方法测得新拌泡沫轻质土的初始湿重度 γ_0 。
 - c) 将新拌泡沫轻质土一次性装入分层度筒内，沿分层度筒周围均匀地用橡皮锤轻轻敲击使浆体填充饱满；当新拌泡沫轻质土沉落到低于筒口时，应随时添加，然后刮去多余部分并用抹刀抹平。
 - d) 静置 1 h，将钢直尺平放于筒口，用深度游标卡尺量测钢直尺下沿至泡沫轻质土表面的最大距离，即为新拌泡沫轻质土静置 1h 的浆体沉降距 (mm)。结果以 3 次平行试验的算术平均值表示。
 - e) 去掉上节部分。然后将剩余下节泡沫轻质土搅拌均匀，再参照 CJJ/T 177 的湿重度试验方法测得其湿重度 γ_1 。
 - f) 湿重度增加值按式 B.1 计算，结果以 3 次平行试验的算术平均值表示。

武中：

$\triangle\gamma$ ——新拌泡沫轻质土静置1h的湿重度增加值(kN/m^3)，精确至 $0.1 \text{ kN}/\text{m}^3$ ；

γ_1 ——新拌泡沫轻质土静置1h的湿重度(kN/m^3)，精确至 0.1 kN/m^3 ；

γ_0 ——新拌泡沫轻质土的初始湿重度(kN/m^3)，精确至 $0.1 \text{ kN}/\text{m}^3$ 。

附录 C
(资料性)
初始配合比参考表

C. 1 初始配合比见表 C. 1。

表 C. 1 初始配合比参考表

强度等级	每立方米单位用量 (kg)			湿重度 (kN/m³)	流动度 (mm)
	水泥	掺和料	水		
CF0. 5	275	0	229	5. 1	170~190
	238	119	281	6. 39	
CF0. 6	286	0	236	5. 35	170~190
	248	124	290	6. 67	
	207	207	315	7. 38	
CF0. 7	298	0	235	5. 5	170~190
	233	233	210	6. 9	
	197	394	204	8. 1	
CF0. 8	315	0	252	5. 74	170~190
	272	136	313	7. 25	
	221	221	332	7. 84	
	184	368	398	9. 57	
CF1. 0	334	0	259	6. 03	170~190
	290	145	326	7. 64	
	261	261	227	7. 5	
	234	234	346	8. 25	
	214	428	216	8. 6	
	195	390	414	10	
CF1. 2	353	0	264	6. 23	170~190
	306	153	329	7. 9	
	278	278	236	8	
	247	247	351	8. 57	
	226	452	223	9	
	206	412	427	10. 5	

C. 2 工业废渣泡沫轻质土初始配合比见表 C. 2。

表 C. 2 工业废渣轻质土初始配合比参考表

强度等级	每立方米单位用量 (kg)				湿重度 (kN/m³)
	水泥	工业废渣	激发剂	水	
CF0. 8	105	230	30	210	6. 80
CF1. 0	110	235	30	225	7. 05
CF1. 5	120	265	40	250	8. 45
CF3. 0	560	220	20	400	10. 55
CF3. 5	400	360	40	400	11. 15
CF3. 5	240	500	60	400	11. 60
CF4. 0	120	620	60	400	11. 85

表C. 2 (续)

强度 等级	每立方米单位用量 (kg)				湿重度 (kN/m ³)	
	水泥	工业废渣	激发剂	水		
注1：工业废渣包括炼铁、炼钢等金属冶炼产生的废渣，以及磷化工等化工生产产生的废渣等。						
注2：激发剂是一种能溶解铝硅酸盐矿物原料并使溶质反应制备地质聚合物的试剂，其本质是一种在化学反应过程中起催化作用的催化剂。激发剂可以使铝硅酸盐矿物原料更好地发生“解聚”，从而激发原料铝硅酸盐的活性促进原料的解体及水化产物的形成，在地聚反应过程中扮演着重要的角色。从制备体系环境的角度出发，地质聚合物激发剂可以分为以下3种：碱性激发剂、酸性激发剂和盐类激发剂。						
注3：激发剂可以选择碱性激发剂、硫酸盐激发剂等，其中有效成分的含量不低于60%。						

C. 3 火山灰类泡沫轻质土初始配合比见表 C. 3。

表 C. 3 火山灰类轻质土配合比参考表

强度 等级	每立方米单位用量 (kg)				湿重度 (kN/m ³)
	水泥	火山灰类材料	激发剂	水	
CF0. 8	115	225	40	220	6. 60
CF1. 0	125	240	45	235	6. 95
CF1. 4	140	260	55	260	8. 20
CF3. 0	150	720	60	650	10. 02
CF3. 0	200	680	50	650	11. 20
CF3. 5	450	450	30	650	9. 95
CF5. 0	300	600	30	650	12. 05

注1：火山灰类材料包括粉煤灰、炉渣、脱硫石膏等。

注2：激发剂可以选择碱性激发剂、硫酸盐激发剂等，其中有效成分的含量不低于60%。

注3：无论是火山灰类材料还是潜在水硬性材料，在常温下与水几乎没有反应，但存在激发剂的条件下，具有胶凝性质。激发的方式主要有碱激发、硫酸盐激发、磷酸盐激发。

附录 D
(规范性)
配合比试验报告

配合比试验报告表见表 D.1

表 D.1 配合比试验报告表

编号：

工程名称			分项工程名称			试验日期						
施工单位			项目技术负责人			项目经理						
项目试验人员			项目试验主管			见证人员						
执行标准名称及编号												
浇筑部位		设计湿重度		设计流动度			设计强度					
原材料	发泡剂				水泥		细集料	掺和料		外加剂		
	型号	厂家	稀释倍率	发泡倍率	种类	标号		种类名称	掺量(%)	种类名称	掺量(%)	
试配配合比	编号	每立方米原材料用量							理论值			
		水泥(kg)	水(kg)	泡沫(L)	掺和料(kg)	外加剂(kg)	其他(kg)		湿重度(kN/m ³)	流动度(mm)		
试配结果	流动度(mm)			湿重度(kN/m ³)			28d 强度(MPa)					
	编号	实测值	平均值	编号	实测值	平均值	编号	实测值	平均值			
	1			1			1					
	2			2			2					
	3			3			3					
设计配合比	水泥(kg/m ³)		水(kg/m ³)	泡沫(L/m ³)	掺和料(kg/m ³)		外加剂(kg/m ³)	其他(kg)				
施工单位 检查结果									签名： 年 月 日			
监理(建设)单位检查 意见									签名： 年 月 日			

附录 E (规范性) 泡沫轻质土浇筑施工记录表

泡沫轻质土浇筑施工记录表见表 E. 1。

表 E. 1 泡沫轻质土浇筑施工记录表

编号:

附录 F
(资料性)
质量检验记录表

F.1 面板质量检验记录表见表 F.1。

表 F.1 面板质量检验记录表

工程名称				分项工程名称			检验部位										
施工单位				项目技术负责人			项目经理										
现场施工员				现场检测员			工程数量										
执行标准名称及编号																	
序号	项目内容	规定值/允许偏差	实测值或偏差值														
			1	2	3	4	5	6	应检数量	合格数量	合格率(%)						
面板 预 制	1 混凝土强度 (MPa)	不小于设计值															
	2 边长 (mm)	±5 或±0.5%															
	3 两对角线差 (mm)	±0.7%															
	4 厚度 (mm)	+5, -3															
	5 表面平整度 (mm)	0.3%边长															
	6 预埋件位置 (mm)	10															
面板 施 工	1 基础混凝土强度 (MPa)	不小于设计值															
	2 基础断面尺寸 (mm)	不小于设计值															
	3 面板顶高程 (mm)	±50															
	4 轴线偏位 (mm)	50															
	5 面板垂直度或坡度	+0, -0.5%															
施工单位 检查结果		签名: 年 月 日															
监理(建设)单位 检查意见		签名: 年 月 日															

F.2 泡沫轻质土专用施工设备功能检验表见表 F.2。

表 F.2 泡沫轻质土专用施工设备功能检验表

编号：

工程名称		施工单位		合同段					
工程部位		监理单位		公路等级					
设备组件	功能要求	检查方法		合格判定					
电控系统	具有触摸屏或平板电脑控制	直接检查有无触摸屏或平板电脑与电控系统联动		满足□；不满足□					
	发泡剂、发泡液、压缩空气及泡沫流量测定与数显	在发泡状态下检查触摸屏或平板电脑上有无相关测定仪器和数显指标		满足□；不满足□					
	水泥浆、泡沫、泡沫轻质土流量测定与数显	采用泡沫和水混合输送的方式检查有无相关测定仪器和数显指标		满足□；不满足□					
	泡沫密度、泡沫轻质土湿重度测定与数显			满足□；不满足□					
发泡装置	发泡剂自动稀释	发泡状态下调整泡沫流量或稀释倍率，检查发泡剂流量是否自动调整		满足□；不满足□					
泵送装置	设备产能	浇筑状态下，使用 30L 以上的塑料桶接盛泡沫轻质土并计时测定泡沫轻质土流量		满足□；不满足□					
施工单位意见									
监理单位意见									
建设单位意见									
机手		质检负责人		技术主办					
				项目主管					

F.3 浇筑过程质量检验记录表见表 F.3。

表 F.3 浇筑过程质量检验记录表

编号：

工程名称				分项工程名称					检验部位					
施工单位				项目技术负责人					项目经理					
现场施工员				现场检测员					工程数量					
执行标准名称及编号														
施工配合比				泡沫密度 (kg/m ³)				设计湿重度 (kN/m ³)				天气		施工日期
序号	浇筑桩号	浇筑层序		浇筑时间	浇筑层底标高 (m)	平均浇筑厚度 (m)	浇筑方量 (m ³)			检验记录				
1								湿重度 (kN/m ³)		流动度 (mm)				
2														
3														
4														
5														
6														
7														
试样制取		组数		湿重度 (kN/m ³)				流动度 (mm)						
		编号												
		制取部位												
施工单位 检查结果		签名： 年 月 日												
监理（建设） 单位检查意见		签名： 年 月 日												

F.4 泡沫轻质 A 土原材料和拌和物质量检验记录表见表 F.4。

表 F.4 泡沫轻质土原材料和拌和物质量检验记录表

编号：

工程名称			分项工程名称		
施工单位			项目负责人	工程量	
分包单位			分包单位项目负责人	部位	
施工依据			检验依据		
检验项目			设计要求及规范规定	最小/实际抽样数量	检查记录
主控项目	1	水泥进场检验	水泥进场时，应对其品种、代号、强度等级、包装或散装仓号、出厂日期等进行检查，并应对水泥的强度、安定性和凝结时间进行检验	/	
	2	发泡剂性能试验	标准泡沫密度、标准泡沫柱静置 1h 的沉降距、标准泡沫柱静置 1h 的泌水率等指标应符合要求		
	3	拌和物配合比设计	拌和物的性能（湿重度、流动度、强度等）应符合设计要求，原材料的相容性试验应符合要求		
	4	外加剂进场检验	外加剂进场时，应对其品种、性能、出厂日期等进行检查，并应对外加剂的相关性能指标进行检验	/	
一般项目	1	矿物掺和料进场检验	矿物掺和料进场时，应对其品种、性能、出厂日期等进行检查，并应对矿物掺和料的相关性能指标进行检验	/	
	2	拌制及养护用水的质量检验	拌制及养护用水应符合 JGJ 63 的规定。采用饮用水作为混凝土用水时，可不检验；采用中水、搅拌站清洗水、施工现场循环水等其他水源时，应对其成分进行检验	/	
施工单位检查结果			专业工长（签字）： 标准员（签字）： 项目专业质量检查员（签字）： 年 月 日		
监理单位检验结论			专业监理工程师（签字）： 年 月 日		

附录 G
(规范性)
质量评定验收记录表

泡沫轻质土施工质量评定验收记录表见表 G. 1。

表 G. 1 泡沫轻质土施工质量评定验收记录表

工程名称		分项工程名称					工程部位				
建设单位				设计单位							
施工单位				监理单位							
项次	部位	检查项目	规定值或允许偏差	实测值或实测偏差值均值、代表值	应检点数	合格点数	合格率(%)	权值	计分		
1	浇筑体	湿重度						3			
2		抗压强度						3			
3		流动度						1			
4		弯沉						3			
5		导热系数						3			
6		浇筑区顶面高程*						2			
7		厚度*						2			
8		轴线偏位*						2			
9	预制面板	宽度*						1			
10		混凝土强度						3			
11		边长						1			
12		两对角线差						1			
13	保护壁	厚度						1			
14		混凝土强度						3			
15		基础断面尺寸						2			
16		面板顶高程						2			
17		轴线偏位						2			
面板垂直度或坡度								2			
实测项目综合得分											
外观鉴定							减分				
质量保证资料							减分				
工程质量评定			评分			质量等级					
监理单位评定验收结论:											
监理工程师(签字): 年 月 日											
验收负责人:	记录:	复核:	年 月 日								